



**SÉRGIO TIAGO
SOARES CARVALHO**

**Dimensionamento de fluxos logísticos internos para
um aumento de produção numa indústria corticeira**



**SÉRGIO TIAGO
SOARES CARVALHO**

**Dimensionamento de fluxos logísticos internos para
um aumento de produção numa indústria corticeira**

Projeto apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e coorientação científica do Doutor Leonel Jorge Ribeiro Nunes, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família

o júri

presidente

Prof. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo (DEGEIT) da Universidade de Aveiro

vogal – orientador

Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias

Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo (DEGEIT) da Universidade de Aveiro

vogal – arguente principal

Prof. Doutor Radu Godina

Professor Auxiliar Convidado da Universidade Nova de Lisboa

agradecimentos

Em primeiro lugar aos meus pais por serem os pilares daquilo que sou hoje, por toda a educação e por todos os esforços feitos para que esta caminhada tenha sido possível. À minha irmã, que foi um exemplo para mim durante toda esta jornada, tenho a agradecer toda a disponibilidade e o apoio dado. Aos amigos que me acompanham desde sempre agradeço todo o apoio, partilha de experiências e convivência.

Ao professor Doutor João Carlos de Oliveira Matias agradeço todo o acompanhamento, preocupação, disponibilidade e interesse demonstrados durante todo o projeto

Ao Vasco Silva agradeço toda a amizade, apoio, paciência e partilha de conhecimentos. Ao Eng. Tiago Pinho agradeço o acompanhamento, a preocupação, as oportunidades e a partilha de experiências.

À Amorim & Irmãos agradeço a oportunidade que foi dada e toda a confiança depositada em mim. Às equipas de produção, planeamento e controlo de processo agradeço a integração e a partilha de conhecimentos. Agradeço também a todos os colaboradores com quem convivi que, desde o primeiro dia, me fizeram sentir como se estivesse em casa.

palavras-chave

Lean, standard work, mizusumashi, logística interna.

resumo

O presente documento retrata o trabalho realizado numa indústria corticeira, com o intuito de reestruturar os seus processos de logística interna. O objetivo principal é garantir o fluxo de materiais dentro do processo produtivo depois do aumento de produção previsto.

Depois da caracterização da situação inicial é feito o levantamento dos principais problemas. Procedeu-se à criação de uma norma de trabalho, até à data inexistente, do estado inicial para que os operadores realizem as tarefas de forma idêntica nos diferentes turnos. Posteriormente foram feitos cálculos de acordo com as de produções futuras e foram definidas rotas para os *Mizusumashis*, que recolhem e entregam material em locais pré-definidos nos setores.

Com as alterações feitas foi possível acompanhar o aumento de produção mantendo o fluxo de materiais ao longo do processo, nivelando o trabalho dos meios de logística interna da unidade industrial.

keywords

Lean, standard work, *mizusumashi*, internal logistics.

abstract

This document describes the work carried out at Amorim & Irmãos, with the purpose of restructuring its internal logistics processes. The main objective is to ensure the materials flow within the production process after the production increase.

After the initial situation characterization, the main problems were surveyed. A non-existent standard work has been set up so that operators can carry out the tasks in the same way on different shifts. After that, calculations were made according to the future productions and routes for the *Mizusumashis* were defined, for them to collect and deliver material at predefined locations in the sectors.

With the changes made, it was possible to follow the increase in production, maintaining the flow of materials throughout the process, leveling the work of the internal logistics means of the industrial unit.

Índice

Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1. Problemática de Investigação.....	1
1.2. Objetivos do Projeto.....	1
1.3. Metodologia.....	1
1.4. Estrutura do documento.....	3
Capítulo 2 – Revisão da Literatura.....	4
2.1. <i>Toyota Production System</i>	4
2.2. <i>Lean Manufacturing</i>	5
2.2.1. Conceitos e Princípios	5
2.2.2. <i>Lean Thinking</i>	7
2.3. <i>Kaizen</i>	8
2.4. Conceção de trabalho	10
2.5. Gestão Visual	10
2.6. <i>Standard work</i>	13
2.7. Sistemas de produção	14
2.7.1. <i>Kanban</i>	15
2.7.2. <i>Just-In-Time</i>	16
2.8. Diagrama de Ishikawa.....	16
2.9. Ciclo PDCA	18
2.10. KPI - <i>Key Performance Indicators</i>	19
2.11. Logística.....	20
2.11.1. Logística Interna	21
2.11.2. Supermercados.....	21
2.11.3. <i>Mizusumashi</i>	22
2.11.4. <i>Milk Run</i>	23
2.12. <i>Manufacturing Execution System</i>	24
Capítulo 3 – A Empresa	25
3.1. Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A.	25
3.2. Amorim & Irmãos S.G.P.S., S.A. - Unidade Industrial de Lamas	25
3.3. Descrição do Processo Produtivo	27
Capítulo 4 – Projeto Prático	36
4.1. Estado Inicial do Projeto	36
4.1.1. Recolha e análise de dados	40
4.2. Identificação de possíveis soluções.....	47
4.2.1. Normalização	50

4.2.2. Organização do Supermercado	58
4.3. Implementação das soluções	62
Capítulo 5 – Análise de resultados	64
5.1. Verificação e análise das soluções	64
5.2. Situação inicial <i>versus</i> final	64
Capítulo 6 – Considerações finais.....	67
6.1. Críticas aos resultados obtidos	67
6.2. Propostas de trabalhos futuros	67
6.3. Apreciação final.....	68
7. Bibliografia.....	69
Anexo A: Cronograma do projeto.....	73
Anexo B: Norma do estado inicial Comboio 1.....	74
Anexo C: Norma para movimentações em MES	76
Anexo D: Norma final do Comboio 1	77
Anexo E	78

Acrónimos

A&I – Amorim & Irmãos

AM – Acabamentos Mecânicos

CODP – *Customer Order Decoupling Point*

CP – Controlo de Processo

EE – Escolha Eletrónica

ISO – *International Standards Organisation*

KPI – *Key Performance Indicator*

MES – *Manufacturing Execution System*

ML – Milheiro – Milhar de Rolhas

MTO – *Make to order*

MTS – *Make to stock*

OF – Ordem de Fabrico

ROSA – *Rate of Optimal Steam Application*

S.A. – Sociedade Anónima

S.G.P.S. – Sociedade Gestora de Participações Sociais

SVE – Sistema de Verificação de Estanquicidade

TCA – 2, 4, 6 Tricloroanisol

TPM – *Total Productive Maintenance*

TQM – *Total Quality Management*

UI – Unidade Industrial

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Casa do TPS Fonte: (Liker, 2004)	5
Figura 2.2 - Princípios do <i>Lean Manufacturing</i>	6
Figura 2.3 - Diferentes posições que o CODP pode assumir na cadeia de valor do produto Fonte: (Olhager, 2010)	15
Figura 2.4 - Exemplo de um diagrama de Ishikawa – Traduzido de (Coccia, 2016)	17
Figura 2.5 - Esquema lógico da implementação do Diagrama de Ishikawa – Traduzido de (Ilie & Ciocoiu, 2010)	18
Figura 2.6 - Ciclo PDCA	19
Figura 2.7 – Etapas de um sistema <i>Mizusumashi</i> – Traduzido de (Nomura & Takakuwa, 2006) ...	23
Figura 2.8 - Rota genérica de um <i>Mizusumashi</i> – Traduzido de (Nomura & Takakuwa, 2006)	23
Figura 3.1 - Organigrama da Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A.	25
Figura 3.2 - Diferentes tipos de produtos disponíveis no catálogo da Unidade de Negócio de rolhas. Fonte: (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016)	26
Figura 3.3 - Certificação das rolhas de cortiça. Fonte: (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016)	27
Figura 3.4 - Sequência de operações do processo produtivo das rolhas naturais, <i>acquamark</i> e colmatadas.	28
Figura 3.5 - Prancha de cortiça Fonte: (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016)	29
Figura 3.6 - Traço proveniente do corte da prancha de cortiça depois de realizada a operação da brocagem. Fonte: (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016).....	30
Figura 3.7 - Rolha com defeito de repasse	30
Figura 3.8 – Destino das rolhas à saída dos AM I, por classe e calibre.	32
Figura 3.9 - Rotas de lavagem de rolhas naturais.	34
Figura 3.10 - Rotas de lavagem de rolhas colmatadas.....	35
Figura 4.1 - Diagrama de Ishikawa.....	36
Figura 4.2 - Cesto plástico	37
Figura 4.3 - Saco de ráfia	38
Figura 4.4 - Cesto metálico	38
Figura 4.5 - <i>Mizusumashi</i> com as carruagens	39

Figura 4.6 - <i>Mizusumashi</i> a transportar cestos metálicos.....	39
Figura 4.7 - Rota ímpar do Comboio 1 para o estado inicial	43
Figura 4.8 - Rota par do Comboio 1 para o estado inicial	43
Figura 4.9 - Ciclo Comboio 2.....	45
Figura 4.10 - Circuito inicial do Comboio 2	46
Figura 4.11 - <i>Layout</i> do pavilhão onde se situam a 3ª EE e a Contadeiras	48
Figura 4.12 - Pavilhão de Escolha	48
Figura 4.13 - Locais de depósito das produções da 2ª EE	49
Figura 4.14 – Primeira fase da nova rota do Comboio 1	56
Figura 4.15 - Segunda fase da nova rota do Comboio 1	57
Figura 4.16 – Rota futura para o Comboio 2.....	58
Figura 4.17 - <i>Layout</i> inicial do supermercado	59
Figura 4.18 - <i>Layout</i> do supermercado após novas marcações.....	61
Figura 4.19 - Rota atual do Comboio 2	63

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Os cinco princípios do Lean Manufacturing (Womack & Jones, 1996)	6
Tabela 2.2 - Os sete tipos de desperdício (Melton, 2005)	8
Tabela 2.3 - Funções da Gestão Visual.....	12
Tabela 4.1 - Capacidade por calibre dos cestos metálicos e plásticos	37
Tabela 4.2 - Tabela exemplo de recolha de dados do Comboio 1	41
Tabela 4.3 - Tabela exemplo de recolha de dados do Comboio 2	42
Tabela 4.4 - Legenda da Figura 4.8.....	44
Tabela 4.5 - Dados e cálculo da folga do Comboio 2	46
Tabela 4.6 - Dados relativos à utilização dos empilhadores.....	47
Tabela 4.7 - Produções <i>standard</i> dos setores inicialmente do Comboio 1	50
Tabela 4.8 - Planeamento e produção <i>standard</i> do Deslenhar e Brocas a Pedal.....	51

Tabela 4.9 - Planeamento <i>standard</i> AM I	51
Tabela 4.10 - Distribuição de classes industriais AM I.....	52
Tabela 4.11 - Planeamento <i>standard</i> 2ª EE.....	52
Tabela 4.12 - Distribuição de classes comerciais 2ª EE	52
Tabela 4.13 - Produções <i>standard</i> setor das importações	53
Tabela 4.14 - Produção <i>standard</i> AM II	53
Tabela 4.15 - Distribuição de classes industriais AM II como I.....	53
Tabela 4.16 - Produções <i>standard</i> do setor 3ª EE.....	54
Tabela 4.17 - Produções <i>standard</i> lavação	54
Tabela 4.18 - Frequência necessária nos setores do Comboio 1	55
Tabela 4.19 - Frequência necessária nos setores do Comboio 2	55
Tabela 4.20 - Produção por tempo de ciclo Comboio 1.....	55
Tabela 4.21 - Produção por tempo de ciclo Comboio 2.....	55
Tabela 4.22 - Legenda da Figura 4.17	59
Tabela 4.23 - Legenda da Figura 4.18.....	62
Tabela 5.1 - Comparativo da distribuição inicial e final dos setores pelos comboios logísticos.....	65
Tabela 5.2 - Dados relativos à supressão de empilhadores	65
Tabela 5.3 - Tabela síntese da situação inicial e final do projeto	66

Capítulo 1 - Introdução

Este projeto insere-se na conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro e foi realizado numa empresa da indústria corticeira, responsável pela produção de rolhas de cortiça naturais, *acquamark* e colmatadas.

1.1. Problemática de Investigação

Com o aumento de produção e as alterações no *layout* da empresa previstas, é necessário garantir o fluxo dos produtos entre os vários setores do processo produtivo. O projeto de expansão da UI (unidade industrial) contempla também um aumento do parque de máquinas dos diversos setores.

Além destas alterações que serão feitas, existe o facto de todo o processo do *Mizusumashi* não estar normalizado e não ser respeitada uma rota fixa. Tudo isto irá obrigar a uma reestruturação dos fluxos de logística interna, de maneira a manter o fluxo de materiais dentro do processo produtivo e padronizar o trabalho feito pelos meios de logística interna, particularmente os dois comboios logísticos existentes nas instalações fabris.

Todos os dados utilizados para efetuar os cálculos necessários ao projeto foram disponibilizados pela empresa, como cubos de produções ou dados relativos às produções *standard* de cada máquina ou setor, tanto para o estado inicial como para o futuro.

1.2. Objetivos do Projeto

O objetivo do projeto passa por garantir o fluxo de materiais dentro do processo produtivo depois de um aumento de produção anual de 250 milhões de unidades brocadas, ou seja, esses 250 milhões vão depois ser segmentados entre apara, rolha colmatada e rolha natural, sendo este número proposto estrategicamente pela empresa, com o objetivo de fazer frente às necessidades de mercado atuais.

Para isso será necessária uma reestruturação e normalização dos *Mizusumashis*, de forma a garantir o abastecimento de todos os setores depois das alterações no *layout* da fábrica e do aumento do volume de produção, bem como a possível alocação de novas tarefas aos mesmos. Com estas alterações está prevista uma redução nos meios logísticos em circulação dentro da unidade industrial, visto que, além de reduzir o risco de acidentes, traz também benefícios a nível monetário, traduzidos em horas de operação. Durante este período irá também ser feita a implementação do MES (*Manufacturing Execution System*), o que influencia a forma como o comboio logístico opera, nomeadamente no registo dos produtos em trânsito. A utilização do MES implica que os comboios tenham um *tablet* de forma a conseguirem registar a entrada e saída de tudo o que transportam no sistema, o que atualmente é feito em quiosques espalhados pela fábrica, tendo, o operador, a necessidade de sair do comboio, deslocar-se até ao quiosque e fazer o registo.

1.3. Metodologia

A metodologia pode ser definida como uma estratégia, plano de ação, processo ou projeto por detrás da escolha e utilização de métodos específicos, ligando a seleção e a utilização de métodos aos resultados (Daniel, Kumar, & Omar, 2018).

A investigação qualitativa envolve a recolha, organização e interpretação de material textual derivado de conversas ou observações. Os métodos de investigação qualitativa estão fundamentados na compreensão da pesquisa como um processo sistemático e reflexivo para o desenvolvimento de conhecimentos. Os resultados de este tipo de estudo não são considerados como factos que são aplicáveis à população geral, mas sim como descrições, noções ou teorias aplicáveis dentro de um cenário específico (Malterud, 2001).

O estudo de caso foi um dos primeiros tipos de pesquisa a ser utilizada no campo da metodologia qualitativa. A sua abordagem analítica envolve uma descrição detalhada do caso, a definição do caso dentro de condições contextuais e uma apresentação que pode ou não ser cronológica. O investigador explora um ou vários sistemas delimitados ao longo do tempo através da recolha de dados detalhados envolvendo múltiplas fontes de informação, como por exemplo, observações, entrevistas ou material audiovisual (Creswell, Hanson, Clark Plano, & Morales, 2007).

Em termos de metodologia da investigação, será a seguinte:

1. Caracterização da empresa e identificação dos problemas:
 - a. Observação;
 - b. Análise e identificação dos problemas;
2. Revisão da literatura;
3. Projeto:
 - a. Caracterização da situação inicial;
 - b. Identificação de possíveis soluções;
 - c. Planeamento;
 - d. Implementação das soluções;
 - e. Verificação;
 - f. Análise das melhorias;
4. Comparação situação inicial *versus* atual

Inicialmente foi estudado o estado inicial onde, durante as primeiras semanas, foram acompanhados ambos os comboios logísticos pelo *gemba* de maneira a compreender profundamente o modo como operam.

Após essa fase foram medidos os tempos de operação do *Mizusumashi* (deslocação, carga e descarga de cestos, controlos de processo, identificação dos lotes, etc.). Depois fez-se uma avaliação dos dados recolhidos, de modo a padronizar uma rota para os comboios logísticos, apesar de ambos estarem bastante dependentes da produção. Foram também aplicadas melhorias mecânicas nos comboios, de forma a agilizar os processos de carga, descarga e movimentação, bem como garantir a viabilidade da execução de novas tarefas, como por exemplo, a integração de fluxos de logística interna que atualmente são realizados por meio de máquinas empilhadoras, de modo a padronizar esses mesmos fluxos.

Posteriormente foram implementadas as melhorias desejadas, com constante acompanhamento no *gemba* de modo a verificar o cumprimento das mesmas e corrigir possíveis falhas que se possam constatar. Após a implementação e verificação foram feitas medições do estado final de modo a serem retiradas as devidas conclusões, fazendo-se também um levantamento de pequenas otimizações de processo que poderiam ser implementadas, bem como a calendarização das melhorias não validadas por restrições ao nível da operação/manutenção.

1.4. Estrutura do documento

A correta organização de conteúdos do presente documento tem como objetivo a compreensão total dos temas abordados.

A estrutura segue uma sequência lógica constituída por 6 capítulos. Neste primeiro capítulo foi apresentado o tema do projeto, os objetivos que se pretende atingir e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo, é introduzida a empresa, que acompanhou e disponibilizou todos os meios para que este projeto pudesse ser realizado.

No terceiro capítulo, definem-se e descrevem-se os conceitos teóricos, que auxiliaram a realização da dissertação, e que servem de suporte para justificar as decisões tomadas ao longo de todo o projeto, ajudando a compreender os conteúdos de trabalho desenvolvido.

No quarto capítulo é descrito o estado inicial do projeto e são apresentadas alterações e melhorias estudadas e implementadas com vista à reestruturação dos fluxos de logística interna da empresa.

No quinto capítulo é feita a verificação e análise dos resultados, bem como um comparativo da situação inicial com a situação final do projeto, onde são confrontados os dois cenários.

Por fim, o sexto capítulo está reservado para expor as conclusões retiradas deste projeto, bem como propostas de desenvolvimentos futuros que poderão acompanhar o trabalho realizado até ao momento.

Neste capítulo foram expostos os objetivos do projeto, o problema/desafio, a metodologia seguida no documento e a sua estrutura. Com o fim de responder aos objetivos foi realizada uma pesquisa bibliográfica baseada em vários artigos científicos que é descrita no próximo capítulo.

Capítulo 2 – Revisão da Literatura

O presente capítulo apresenta os conceitos teóricos que auxiliaram a realização do projeto e ajudaram a compreensão dos conteúdos do trabalho desenvolvido. Para isso foi feita uma pesquisa de artigos publicados em jornais científicos dentro das áreas a abordar, bem como de alguns livros que auxiliaram à compreensão dos conceitos teóricos depois aplicados.

2.1. *Toyota Production System*

Henry Ford, que comandava a *Ford Motor Company*, criou o sistema de produção em massa que utilizou, com sucesso, na sua empresa para a construção do *Model T*. Este processo consistia na utilização de linhas de montagem para produções de grandes escalas de produtos estandardizados que se adequavam a todos os mercados mundiais. Contudo, Ford apercebeu-se rapidamente que este tipo de produto não se adequava a todos os mercados mundiais. Neste modelo, por exemplo, os Americanos viam um carro pequeno, principalmente depois da descoberta de petróleo no Texas, que fez com que o preço dos combustíveis diminuísse, tornando assim viagens de carro longas economicamente viáveis, enquanto que na Europa, com as suas estradas mais estreitas, o modelo era visto como um carro de maior dimensão. Então começou-se a procurar maior diversificação de produtos, o que se tornou num grande problema para este sistema de produção, devido à escassez de recursos com a chegada da segunda Guerra Mundial, o que levou ao abandono do mesmo (Womack, Jones, & Roos, 1992).

Após a segunda Guerra Mundial também os fabricantes Japoneses enfrentaram uma grande escassez de materiais, recursos financeiros e humanos, o que levou ao nascimento do *Toyota Production System* (TPS) ou *Lean Manufacturing* (Womack et al., 1992).

O presidente da Toyota Motor Company, Kiichiro Toyoda apercebeu-se de que os fabricantes americanos eram mais produtivos que os japoneses. Para alcançar os níveis de produtividade americanos, Toyoda, juntamente com Shigeo Shingo e Taiichi Ohno, criou um novo sistema orientado para o processo que se foca na identificação e eliminação das operações que representam desperdício. Para isto apoiaram-se em diversas ferramentas *lean* tais como: produção celular, sistema de controlo *kanban*, manutenção preventiva total, redução dos tempos de *setup*, gestão da qualidade ou 5 S's (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

O TPS pode ser representado como uma casa, tornando-se essa representação um ícone mundial no mundo fabril, representada na Figura 2.1. Este sistema é representado por uma casa, uma vez que para uma casa ser forte terá de ter bons pilares, telhado e base, tal como este sistema (Liker, 2004). No telhado temos os objetivos do sistema: melhor qualidade, menor custo, mais segurança, maior satisfação e redução do *lead time*. De seguida temos dois pilares laterais: *Just-in-Time*, que pretende que, em cada linha de montagem, as peças só estejam disponíveis quando necessárias, e *Jidoka*, que tem o objetivo de não deixar nenhum defeito passar para a estação seguinte, detetando-o e parando o sistema, seja ele automático ou humano. No centro do sistema estão a redução de desperdício e as pessoas, uma vez que toda a gente tem de conhecer bem o sistema de modo a atingir a eficiência máxima e a melhoria contínua. Finalmente, na base, estão vários elementos fundamentais: processos estáveis e estandardizados, controlo visual, filosofia *Toyota Way* e *heijunka*, que tem como objetivo nivelar a produção tanto em volume como em variedade, reduzindo assim o *stock* (Liker, 2004). A *Toyota Way* é uma filosofia cujo objetivo assenta em 14 princípios distintos. O foco desta filosofia ultrapassa o monetário e encoraja, suporta e chega mesmo a exigir o envolvimento dos operadores. (Liker, 2004) afirma que todos

estes elementos são individualmente críticos, mas o mais importante é a forma como cada um reforça os outros.

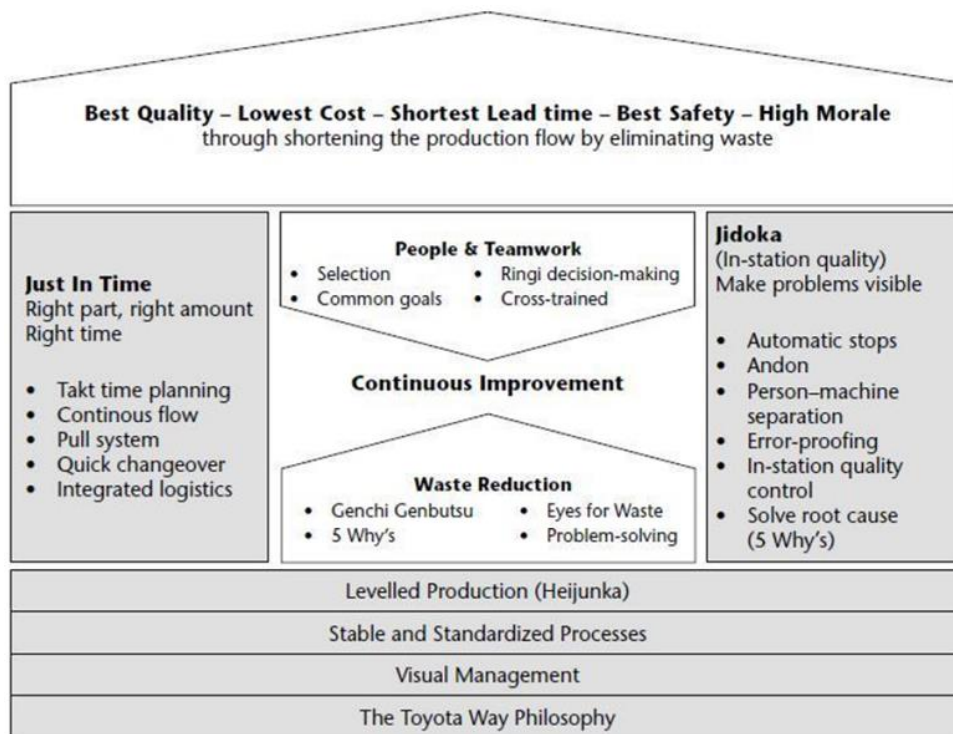


Figura 2.1 - Casa do TPS
Fonte: (Liker, 2004)

2.2. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing é uma filosofia de gestão, que recorre a variadas técnicas e atividades com o objetivo de identificar e eliminar as atividades sem valor para a empresa, reduzindo assim o desperdício, também designado por *muda*, o que se reflete num aumento da produtividade (Womack et al., 1992).

2.2.1. Conceitos e Princípios

O *Lean Manufacturing* assenta em cinco princípios fundamentais tal como demonstrado na Figura 2.2 e descritos na Tabela 2.1 (Womack & Jones, 1996).

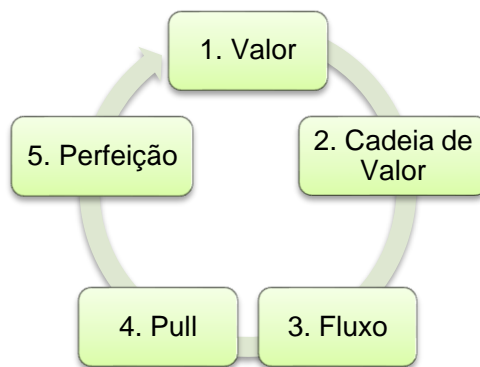


Figura 2.2 - Princípios do *Lean Manufacturing*.

Tabela 2.1 - Os cinco princípios do Lean Manufacturing (Womack & Jones, 1996)

Valor	Definir valor a partir da perspectiva do consumidor final em termos de um produto específico com capacidades específicas oferecido a um tempo e custo específicos;
Cadeia de valor	<p>A cadeia de valor engloba todas as ações específicas necessárias para a satisfação dos pedidos do cliente, através de três atividades críticas de gestão de qualquer negócio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definição do produto (desde a concepção até à entrega ao cliente); • Gestão de informação (desde o acompanhamento das ordens até ao registo detalhado para a entrega); • Transformação física (desde matéria-prima até ao produto acabado já nas mãos do cliente). <p>Com a identificação da cadeia de valor existe sempre a exposição de um grande número de desperdícios.</p>
Fluxo	Criação de um fluxo contínuo organizando a cadeia de valor de modo a eliminar qualquer parte do processo que não acrescente valor, tornando o processo o mais fluido possível;
Pull	Fornecer aquilo que o cliente quer, só quando este o quiser. Com esta medida reduzimos: o <i>stock</i> de produto acabado, os sistemas elaborados de rastreamento de inventário e os restantes produtos que ninguém quer.
Perfeição	A perfeição significa a completa eliminação do desperdício. Nesta fase, só as atividades que acrescentam valor estão presentes nos processos. Trata-se de uma jornada de melhoria contínua.

2.2.2. *Lean Thinking*

Lean Thinking é uma filosofia de gestão que começa com o cliente e a definição de valor, sendo que o processo de fabrico é o meio pelo qual esse valor é passado para o cliente. Para tal acontecer é necessária a aplicação dos princípios *Lean* às indústrias de processo e a processos de fabrico específicos dentro da empresa (Melton, 2005). (Barraza, Smith, & Dahlgaard-Park, 2009) afirmam que o *lean thinking* pode ser considerado como a metodologia que deu origem ao TPS.

O foco principal deste pensamento é a remoção de desperdício ao longo de vários passos do processo de fabrico. Contudo, para uma empresa ser verdadeiramente *lean* tem de ter uma cadeia de abastecimento robusta, assegurando assim o fluxo de valor. Um estudo feito pelo *Lean Enterprise Research Centre* em Cardiff realçou que em maior parte das operações de produção apenas 5% das atividades acrescentam valor, 35% são atividades necessárias que não acrescentam valor e os restantes 60% são atividades que não acrescentam qualquer valor. Sendo assim, é possível afirmar que a eliminação do desperdício representa um grande potencial em termos de melhorias de fabrico (Melton, 2005).

Qualquer atividade que não acrescente valor ao cliente é denominada de desperdício, sendo que pode existir um desperdício necessário ao processo que não acrescente valor ao cliente, mas sim à empresa, como os controlos financeiros. Existem sete principais tipos de desperdício, que descritos na Tabela 2.2, segundo (Melton, 2005).

Tabela 2.2 - Os sete tipos de desperdício (Melton, 2005)

Sobreprodução	Produção excessiva causando fluxos de materiais e informação irregulares ou excesso de <i>stock</i> ;
Espera	Enquanto algo está em espera, sejam pessoas, equipamentos ou produtos, estes não estão a acrescentar qualquer tipo de valor para o consumidor;
Transportes	Movimentações do produto para várias localizações. Enquanto está a ser movimentado não está a ser processado, logo não acrescenta valor algum;
Excesso de <i>stock</i>	Demasiados tempos e locais de armazenamento, falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos, baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente;
Processos inadequados	Quando uma fase de um processo não oferece qualquer tipo de valor ao produto;
Movimentação desnecessária	A movimentação excessiva de pessoas que operam na fábrica é inútil. Enquanto estão em movimento não podem acompanhar o processamento do produto. Movimento excessivo de dados, decisões e informação;
Defeitos	Erros frequentes durante o processo, resultando num mau desempenho.

2.3. *Kaizen*

Kaizen é a palavra japonesa para melhoria, sendo um conceito que se foca na melhoria do processo, eliminando o desperdício associado ao mesmo (Hirano, 1996). Sendo assim, fornece a base para o *lean manufacturing* direcionada para a melhoria contínua. Este termo é também referido como a chave do *lean thinking*, uma vez que é a base para o sucesso a longo prazo (Lima et al., 2019).

O principal objetivo do *Kaizen* é melhorar continuamente um sistema, independentemente do seu tamanho ou complexidade. Contribui para a identificação e eliminação do *muda* existente nos processos de fabrico sempre que houver oportunidade. Existem outras ferramentas do *lean*

manufacturing que envolvem elementos de melhoria contínua: *Kanban*, *Just In Time* (JIT), *Total Quality Management* (TQM), *Total Productive Maintenance* (TPM), a metodologia dos 5S no local de trabalho, entre outros (Herron & Braiden, 2006).

O *Kaizen* permite que as pessoas sejam flexíveis em relação a possíveis mudanças que ocorram, incorporando essas mesmas mudanças na sua rotina diária de trabalho. A sua finalidade básica passa por melhorar três parâmetros: qualidade, custo e tempo de entrega. Os elementos importantes deste conceito são assegurar a normalização e criar sistemas para que o nível de mudança seja mantido. No entanto, é necessário estar ciente de que a aplicação desta ferramenta não exclui a introdução de melhorias radicais que podem ser suportadas e corrigidas utilizando o *Kaizen* (Pinto, Matias, Pimentel, Azevedo, & Govindan, 2018).

O objetivo é contribuir para o aumento da produtividade, ao encorajar a colaboração direta dos recursos humanos no processo produtivo, apontando novas soluções e técnicas que melhoram o processo e reduzem o desperdício (Lima et al., 2019). Os sete princípios *Kaizen* são (Coimbra, 2013):

- Qualidade em primeiro;
- *Gemba Orientation*;
- Eliminação do *muda*;
- Desenvolvimento das pessoas;
- Normas visuais;
- Processo e resultados;
- Abordagem *Pull Flow*.

Qualidade em primeiro

A qualidade tem sido um dos fatores mais importantes no *kaizen*. Este princípio é uma das crenças mais veneradas na *Toyota Motor Corporation* e tem como base a orientação para o mercado, próxima operação é o cliente e melhoria contínua.

Gemba Orientation

Gemba orientation significa “ir ao *gemba* e mudar os hábitos de trabalho das pessoas para melhor”. Há duas formas de atingir o objetivo deste princípio: mudar imediatamente o layout físico para que as pessoas não tenham opção senão trabalhar de maneira diferente, ou mudar as normas de trabalho e treinar as pessoas para seguir as mesmas até se tornar num hábito.

Eliminação do *muda*

É o primeiro princípio *kaizen* relacionado com o *pull flow*. São definidos sete tipos de *muda*, os mesmos da filosofia *lean*, e o objetivo é eliminá-los, de forma a atingir competitividade e excelência.

Desenvolvimentos das pessoas

Este princípio dá grande ênfase ao envolvimento das pessoas nas atividade de melhoria. O aspeto mais importante é que trabalhar em equipa e desenvolver as pessoas resulta no desenvolvimento e adoção de novos hábitos de trabalho que melhoram a qualidade, reduzem os custos e melhoram o serviço ao cliente.

Normas visuais

Incorpora o conceito de que uma imagem vale mais que mil palavras e que uma norma é a forma mais eficiente de executar uma tarefa. É muito importante definir a forma mais eficiente de executar uma tarefa. Se a tarefa não é normalizada, esta é mais propensa a variabilidades. Uma norma que seja baseada em figuras e desenhos é mais rápido e compreensível, ao contrário de uma norma descritiva baseada em texto.

Processo e resultados

Muitos gestores acreditam que a definição do alvo é tudo o que é necessário e o método como o resultado é alcançado não importa. Contudo, se o *kaizen* for levado a sério, tem de se olhar detalhadamente para o processo e analisar as formas de o melhorar. Provavelmente terá de se pensar em melhorar o processo em termos de postura, equipamento, e até preparação mental. Só trabalhando na melhoria do processo é que se consegue alcançar bons resultados. É através dos resultados que se verifica se a melhoria do processo está a ter o efeito desejado.

Abordagem *Pull Flow*

Este é o princípio mais controverso, visto que poucas pessoas realmente acreditam numa abordagem *pull flow*. *Pull flow* significa organizar a cadeia de abastecimento de forma a criar fluxos de material e informação ideais. Para isto o foco terá de ser a eliminação do *muda* que se refere à espera de materiais

2.4. Conceção de trabalho

Das interações entre trabalhadores, equipamentos, ferramentas e outros aspetos organizacionais, surge o ambiente de trabalho. Assim sendo, a conceção de um sistema de simbiose tão complexo como este, deve ser planeado ao mais alto detalhe e considerado um elemento chave da estratégia organizacional da empresa. Cada vez mais as empresas estão dependentes do esforço humano para atingir os seus objetivos, logo, melhorar as condições de trabalho dos seus colaboradores será uma medida a tomar com o objetivo de melhorar o rendimento da empresa, ao aumentar a satisfação e produtividade dos colaboradores (Stevenson, 2005).

A conceção de trabalho é uma atividade fundamental na gestão de recursos humanos (Foss, Minbaeva, Pedersen, & Reinholt, 2009). Este método passa por especificar os métodos e os conteúdos do trabalho de cada operador, e foca-se no trabalho que é realizado na empresa, como e onde é feito e quem o realiza, tendo os seus objetivos focados na produtividade, segurança e qualidade de vida no trabalho (Stevenson, 2005).

2.5. Gestão Visual

Gestão visual é a estratégia de aumentar a disponibilidade de informação, fornecer às pessoas ferramentas de auxílio sensorial e remover de forma consciente os bloqueios nos fluxos de informação em ambiente de trabalho. O resultado esperado é a melhoria das operações no ambiente de trabalho (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2016).

Pode ser considerado uma estratégia de gestão que enfatiza a comunicação visual de curto alcance e é realizada por meio de diferentes ferramentas visuais, incluindo controlos visuais.

A utilização sistemática dessas ferramentas cria um local de trabalho visual no qual vários benefícios podem ser observados (Tezel et al., 2016).

É importante entender as funções de implementação subjacentes das diferentes ferramentas, em vez de copiá-las diretamente. Na Tabela 2.3, na página seguinte, estão resumidas as funções da gestão visual, bem como as práticas mais usuais que podem ser melhoradas com a sua adoção (Tezel et al., 2016):

Tabela 2.3 - Funções da Gestão Visual

Função	Definição da função	Práticas a serem substituídas pela função da Gestão Visual
Transparência	Habilidade de um processo produtivo comunicar com as pessoas.	Informação encontra-se na memória dos trabalhadores e em prateleiras.
Disciplina	Hábito de manter corretamente os procedimentos corretos	Advertir, repreender, punir ou despedir pessoal.
Melhoria contínua	Processo de inovação incremental, sustentável e focada por parte de toda a organização.	Organizações estáticas ou grandes melhorias através de investimentos consideráveis.
Facilitação de trabalho	Tentativa consciente de facilitar esforços físicos e/ou mentais das pessoas em tarefas rotineiras já conhecidas, oferecendo vários recursos visuais.	Esperar que as pessoas executem bem o seu trabalho em lhes fornecer qualquer auxílio.
Treino no trabalho	Aprender através da experiência, integrando trabalho com aprendizagem.	Práticas de treino convencionais ou a não oferta de formação.
Criar propriedade partilhada e uma imagem desejada	Sentimento de posse e estar psicologicamente ligado a um objeto (material ou imaterial).	Ordens de gestão para os esforços de mudança, visão e criação de cultura.
Gestão por factos	Uso dos factos e dados baseados em estatísticas.	Gestão por julgamento subjetivo ou termos vagos.
Simplificação	Esforços constantes em monitorizar, processar, visualizar e distribuir informação de todo o sistema para indivíduos e equipas	Esperar que as pessoas monitorizem processos e percebam o sistema de informação complexo sozinhas
Unificação	Remover parcialmente os quatro limites principais (vertical, horizontal, externo e geográfico) e criar empatia dentro de uma organização através de partilha efetiva de informação.	Fragmentação ou o comportamento “este não é o meu trabalho”.

2.6. *Standard work*

Padronização é a prática de definir, comunicar, seguir e melhorar padrões. É preciso padronizar e, assim, estabilizar o processo antes da melhoria contínua poder ser feita. Isto é, os padrões formam a linha de base a partir da qual todas as atividades de melhoria participam no processo de melhoria contínua (Pereira et al., 2016).

Standard work é definido como um conjunto de procedimentos de trabalho que estabelece os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada trabalhador. Na ótica da Toyota este termo significa minimizar os movimentos dos trabalhadores, e é uma forma de melhoria de trabalho que pode ser alcançada pelos trabalhadores em qualquer situação (Coimbra, 2013). Tal como todos os métodos de produção *Lean*, o *standard work* foca-se na minimização do desperdício enquanto maximiza o desempenho das operações de cada trabalhador. É uma ferramenta usada no fabrico celular e em produções *pull* de maneira a manter o ritmo de produção alinhado com o fluxo de encomendas, e para que os operadores possam mudar facilmente de posto dentro do processo (Pereira et al., 2016).

(Coimbra, 2013) afirma que existem cinco passos para o processo de melhoria *standard work*:

1. Definir o alvo para a melhoria – Este primeiro passo passa por estabelecer um objetivo para a equipa de melhoria. O *standard work* está ligado com o tempo que um trabalhador demora a fazer uma determinada tarefa, sendo que aqui o principal *muda* é o tempo para completar essa tarefa.
2. Observar o trabalho – Nesta fase é necessária a recolha de informação sobre o tipo de movimentos que uma certa tarefa abrange e o tempo necessário para executá-los. O foco desta observação é identificar claramente onde é que a melhoria pode ser feita.
3. Melhorar o trabalho – Aqui o objetivo é identificar as contramedidas *kaizen* para simplificar o trabalho eliminando o desperdício.
4. Padronizar o trabalho – O padrão é o resultado das contramedidas definidas no passo anterior. O novo método de trabalho está definido e desenhado numa folha de trabalho padronizado, que é depois utilizada para a formação dos trabalhadores.
5. Consolidar o trabalho – Significa treinar os trabalhadores para os novos métodos, tornando-os assim um hábito inconsciente.

De acordo com (T. Martin & Bell, 2011) existem quatro condições que têm de estar presentes para se atingir bons resultados e manter o *standard work*:

- O operador deve ser capaz de executar a sua tarefa, ou seja, tem de ser um trabalho que uma pessoa possa fazer de forma segura e ergonómica dentro do tempo e com o nível de qualidade desejado.
- Tem de existir uma sequência de trabalho repetitiva. Tem de ser possível, para o trabalhador, executar as tarefas exigidas sempre da mesma forma.
- Os equipamentos, ferramentas e local de trabalho têm de ser viáveis. Um problema em algum destes elementos irá ter um grande impacto no trabalho como paragens ou variações negativas nos tempos de ciclo.
- Os materiais usados devem ser de alta qualidade. Se isso não se verificar podem ocorrer defeitos ou outros problemas de qualidade que serão uma fonte constante de variações no processo.

O *standard work* envolve três elementos-chave (TEAM, 2002):

- *Takt time*: este termo é derivado da palavra alemã “*Takt*” que se refere ao ritmo de uma determinada música. Representa a unidade de tempo dentro da qual um produto tem de ser produzido para corresponder à sua taxa de procura (Frandsen, Berghede, & Tommelein, 2014).
- *Standard work sequence*: é a ordem pela qual um conjunto de tarefas são realizadas num determinado processo para que o trabalho seja bem executado. Cada trabalhador realiza estas tarefas repetida e consequentemente ao longo do tempo, de maneira a torná-las mais eficientes e revelar alguma oportunidade de melhoria adicional (Williams, 2001).
- *Standard WIP inventory*: é o *stock* necessário para manter o ritmo de produção num fluxo contínuo sem tempos mortos nem variações do tempo de ciclo, com o objetivo de não influenciar o *takt time* (Pereira et al., 2016).

O *standard work* fornece uma base para que os níveis de produção, qualidade e segurança sejam sempre altos, uma vez que é o culminar do processo de produção *lean*. Sendo assim, após a implementação das ferramentas *lean* a padronização pode ser alcançada e, assim, teremos a base para o arranque da melhoria contínua (Pereira, 2016). Quando aplicada corretamente, esta prática acarta variados benefícios: estabelecimento de um ponto de referência a partir do qual é possível melhorar, controlo de processo, redução da variabilidade, melhoria na qualidade e flexibilidade, estabilidade, e a visualização de anomalias no processo (Emiliani, 2008).

2.7. Sistemas de produção

O sistema de produção *pull* tem por base a otimização dos fluxos de material e dos fluxos de informação. O cronograma de produção de um sistema *pull* é baseado nas encomendas dos clientes ou nas necessidades reais de mercado. Por outro lado, o sistema de produção *push* é produto da era de produção em massa, cujo planeamento da produção tem como base estimativas de vendas (Zheng & Lu, 2009).

Num sistema misto *push-pull* existe um setor na fábrica que funciona como separador entre os dois sistemas, o *decoupling point*, a partir do qual a produção passa a ser focada nas necessidades do cliente e deixa de ser independente do mercado (Olhager, 2010).

A Figura 2.3 demonstra as várias posições que o CODP (*customer order decoupling point*) poderá ter ao longo da cadeia de valor do produto. Na base desta decisão está a identificação do setor ou da fase de produção onde existe uma maior customização do produto, onde este começa a ser produzido com as especificações de cada cliente, e mais importante, este será o último ponto onde se irá acumular inventário (Olhager, 2010).

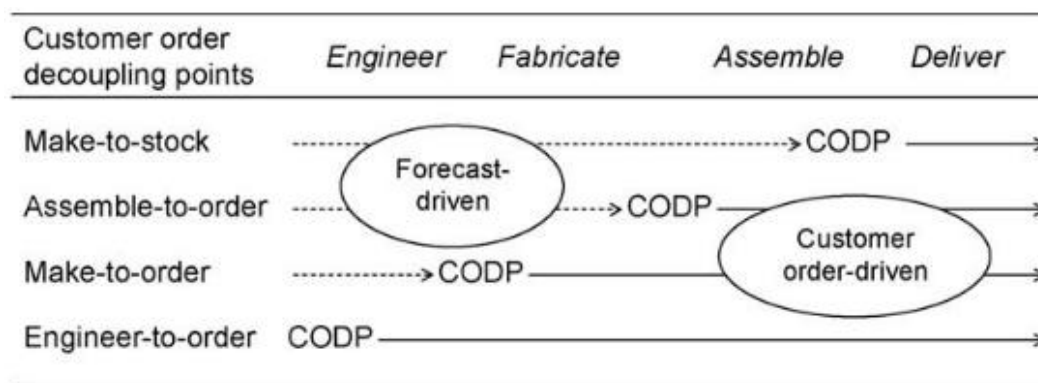


Figura 2.3 - Diferentes posições que o CODP pode assumir na cadeia de valor do produto
Fonte: (Olhager, 2010)

De acordo com (Coimbra, 2013) o planeamento *pull* é um dos domínios do fluxo de logística interna e o terceiro pilar do TFM (*Total Flow Management*). Este domínio dedica-se à tomada de decisões ao nível do planeamento:

- Definir estratégias de planeamento para os produtos acabados.
- Definir a capacidade tendo em conta a produção necessária para cada altura do ano.
- Definir as encomendas que irão entrar na fase de produção *pull* de acordo com a procura existente.

Segundo (Beemsterboer, Land, & Teunter, 2015), existem duas estratégias de planeamento de produtos acabados:

- *Make to order* (MTO): os produtos têm de ser fabricados antes de uma data de entrega pré-definida e o planeamento e controlo de produção focam-se no *timing* e na sequência de operações. Neste caso o cliente terá de esperar pelo produto final, uma vez que a ordem de fabrico deste só é ativada quando existe uma encomenda
- *Make to stock* (MTS): foca-se na prevenção de quebras de *stock*, enquanto limita os custos de retenção de inventário. Neste caso o cliente solicita uma encomenda de um produto que já existe em *stock*, logo será entregue imediatamente.

2.7.1. Kanban

O sistema *kanban* é uma ferramenta do *lean manufacturing* que oferece diversas vantagens na gestão de operações e negócios numa organização. O uso deste sistema é uma decisão operacional estratégica para ser utilizada nas linhas de produção, ajudando a melhorar a produtividade da empresa enquanto minimiza o desperdício na produção (Rahman, 2013). O seu objetivo passa por puxar os componentes quando necessários e visualizar e controlar *stocks* em processo (Matzka, Di Mascolo, & Furmans, 2012).

Kanban é uma palavra japonesa que significa cartão e contém informação sobre a matéria-prima ou o componente que está a ser utilizado, o sítio onde vai ser utilizado e o sítio de onde provém. (Naufal, Jaffar, Yusoff, & Hayati, 2012) consideram que o sistema *Kanban* é um mecanismo para gerir e controlar o fluxo de material no processo produtivo e indica três informações que têm de estar presentes no mesmo:

- Informação sobre o cliente: cliente, nome do produto e tipo de modelo;

- Informação sobre o produto: nome e fotografia do componente e quantidade por lote;
- Local destinado no processo produtivo e área de armazenamento.

Para o bom funcionamento deste sistema a empresa terá de adotar um sistema de produção *pull*, sendo o ideal o uso do sistema *Just-in-time*, visto que é baseado no sistema *lean*. A maioria dos investigadores concluiu que o sistema *Kanban* poderia levar à redução do *lead time* e à excelência na produção (Naufal et al., 2012).

2.7.2. *Just-In-Time*

Devido à sua reduzida área geográfica os fabricantes Japoneses viram-se obrigados a encontrar maneiras de utilizar eficientemente os seus escassos recursos no período pós-guerra. Sendo assim, decidiram transformar as suas desvantagens em vantagens, desenvolvendo e implementando com sucesso o sistema de produção JIT (Canel, Rosen, & Anderson, 2000). Este processo de fabrico envolve ter sempre os componentes certos com a qualidade e quantidade certas, no sítio certo e à hora certa (Javadian Kootanaee, Babu, & Talari, 2013).

O objetivo final do JIT passa por (Canel et al., 2000):

- Eliminar completamente todo o tempo de espera para que o investimento em inventário possa ser minimizado;
- Reduzir os *lead times* de produção;
- Responder rapidamente às mudanças existentes na procura;
- Tornar visíveis os problemas de qualidade para que sejam resolvidos.

A base desta filosofia *Just-in-Time* é o sistema *pull*, que deve ser implementado ao longo de todo o processo de fabrico. O material que será utilizado ao longo das atividades do processo só é solicitado se realmente existir uma necessidade.

Atingindo o objetivo do JIT, “produzir o componente certo, no tempo certo e na quantidade certa”, as empresas trabalham para a eliminação do desperdício no seu processo de fabrico e dão conta dos seguintes benefícios (Canel et al., 2000):

- Redução dos *stocks* de matéria-prima, de produtos em processo e de produto final;
- Níveis de qualidade mais altos;
- Aumentos da flexibilidade e capacidade de ir ao encontro das exigências do cliente;
- Redução dos custos gerais de fabrico;
- Maior envolvimento dos trabalhadores.

2.8. Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta para a identificação das causas raiz de problemas de qualidade. O nome do diagrama deve-se ao facto de Kaoru Ishikawa, um estatístico de controlo de qualidade japonês, ter sido o seu utilizador pioneiro na década de 60 (Juran, Godfrey, Hoogstoel, & Schilling, 1998).

Este diagrama é uma ferramenta de análise que fornece uma maneira sistemática de observar os efeitos e as causas que criam ou contribuem para esses efeitos. É devido a esta função que este diagrama é referido como o diagrama de causa e efeito (Watson, 2004).

Este diagrama representa um modelo de apresentação sugestiva para as correlações entre um evento (efeito) e as suas múltiplas causas. O seu *design* assemelha-se bastante ao esqueleto de um peixe, como é possível ver na Figura 2.4, podendo também ser designado de diagrama espinha de peixe. A sua representação pode ser bastante simples, através de segmentos de linha oblíquos, que representam as causas, que convergem para um eixo horizontal, que representa o efeito, sugerindo a distribuição de várias causas e subcausas que as provocam (Ilie & Ciocoiu, 2010).

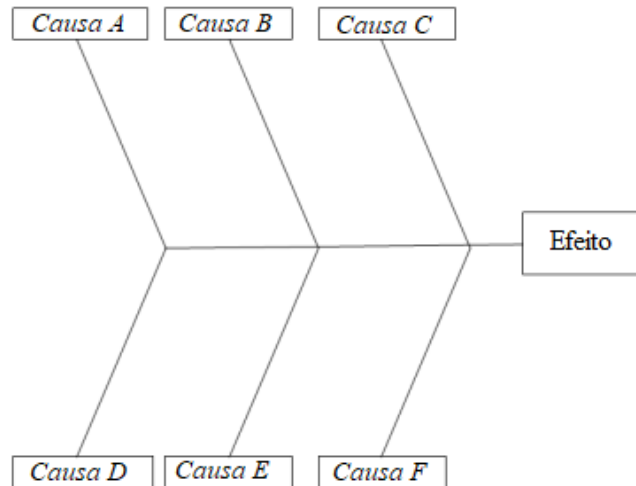


Figura 2.4 - Exemplo de um diagrama de Ishikawa – Traduzido de (Coccia, 2016)

A Figura 2.5 representa o esquema lógico usado para a construção do diagrama.

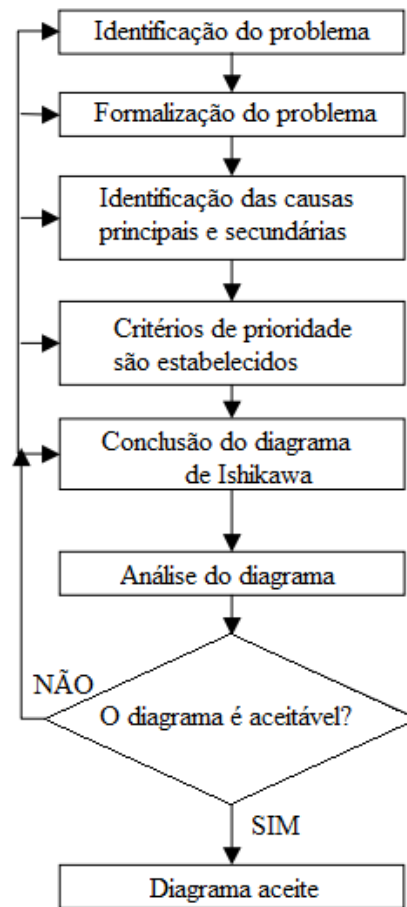


Figura 2.5 - Esquema lógico da implementação do Diagrama de Ishikawa – Traduzido de (Ilie & Ciocoiu, 2010)

2.9. Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA (*plan-do-check-act*) é um ciclo iterativo de quatro etapas usado no processo de melhoria da qualidade. Este ciclo também é conhecido como Ciclo de Deming, uma vez que foi Deming que popularizou o PDCA durante as suas palestras sobre métodos de controlo de qualidade para a União Japonesa de Cientistas e Engenheiros nos anos cinquenta (Pietrzak & Paliszkiewicz, 2015). É um conceito baseado em quatro categorias chave de gestão, que, com diferentes interpretações, se podem considerar como funções de gestão e procedimentos básicos de produção: planear atividade da empresa, fabrico de produtos, garantir a qualidade e monitorizar os produtos fabricados e vendidos (Dudin, Frolova, Gryzunova, & Shuvalova, 2014).

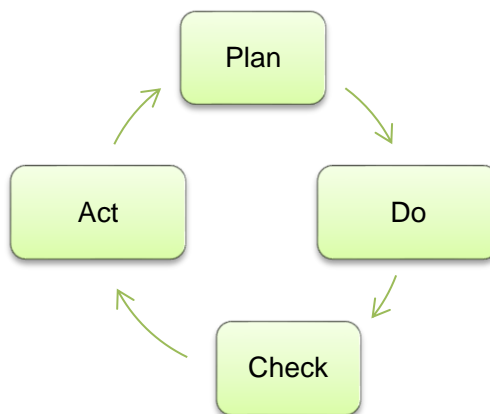


Figura 2.6 - Ciclo PDCA

Este ciclo, representado na Figura 2.6, é um dos procedimentos base do *Total Quality Management* (TQM), cujo significado essencial passa por planejar primeiro, implementar o plano, verificar as implementações, e, finalmente processar os resultados. Este processo é realizado em ciclo, repetidamente de forma a melhorar a qualidade geral em espiral (Qing-Ling, Shu-Min, Lian-Liang, & Jun-Mo, 2008). As etapas do ciclo PDCA podem ser definidas da seguinte forma (Pietrzak & Paliszkiewicz, 2015):

- *Plan*: planejar aquilo que queremos alcançar e definir como se vai saber quando for alcançado. Determinar objetivos a atingir e a metodologia para chegar aos mesmos.
- *Do*: fazer o que foi planejado. Realizar o teste implementando a metodologia descrita no plano.
- *Check*: verificar o quão bem os objetivos foram alcançados. Observar os efeitos e examinar os resultados obtidos. Procurar possíveis desvios do plano. Testar o plano de acordo com a informação obtida durante o ciclo.
- *Act*: Que lições podem ser retiradas deste ciclo? Adotar métodos que foram bem-sucedidos em alcançar objetivos. Determinar causas raiz e corrigir a implementação. Perceber se é necessário algum ajuste ao plano para o ciclo seguinte, ou se o plano deverá ser adaptado ou repensado.

2.10. KPI - *Key Performance Indicators*

A medição de desempenho é um princípio fundamental da gestão, visto que identifica as lacunas do desempenho atual em relação ao desempenho desejado. Sendo bem selecionados, os KPIs identificam com precisão onde se deve atuar para melhorar o desempenho (Weber & Thomas, 2005).

Com a implementação dos KPIs alguns objetivos de curto-médio prazo podem ser atingidos (McClellan, 1997):

- Segurança no processo produtivo e conformidade com os padrões e regulamentos ambientais;
- Realização do plano e calendarização de produção bem-sucedida;
- Garantia da qualidade dos produtos, processos e tecnologias;
- Aumento da eficiência de produção;
- Aumento da qualificação, motivação e satisfação dos colaboradores.

De acordo com (Brown & Graham, 1996) os indicadores de um sistema desempenho eficaz devem cumprir as seguintes características:

- Quantos menos indicadores, melhor;
- Itens medidos devem estar ligados a fatores de sucesso;
- Os indicadores devem abranger aspetos passados, presentes e futuros;
- Os indicadores devem ser baseados nos interesses dos clientes, acionistas, e outros *stakeholders*;
- A avaliação de desempenho deve ser difundida do nível superior para o nível inferior para garantir consistência;
- Vários indicadores podem ser combinados num só, para contribuir para uma melhor e mais compreensiva avaliação de desempenho;
- Os indicadores devem ser ajustados de acordo com as mudanças no ambiente de trabalho ou da própria organização;
- Os indicadores devem seguir os resultados da pesquisa de uma organização específica e vincular-se aos objetos organizacionais.

2.11. Logística

Existem variadas maneiras de definir logística, mas este conceito pode ser definido como o processo de gerir, de forma estratégica, a aquisição, movimento e armazenamento de materiais, componentes e inventário acabado (bem como o fluxo de informação relacionado) através da organização e dos seus canais de marketing, para que a rentabilidade atual e futura seja maximizada através do cumprimento rentável das encomendas (C. Martin, 2011). Essencialmente é a tarefa de coordenar os fluxos de materiais e informação ao longo da cadeia de abastecimento (Harrison & van Hoek, 2008).

Posto isto é possível afirmar que, de forma genérica, a logística é a tarefa de gestão de dois fluxos chave, o fluxo de materiais e o fluxo de informação, sendo assim uma parte crucial no processo de gestão da cadeia de abastecimento. Embora os termos "logística" e "gestão da cadeia de abastecimento" sejam frequentemente usados de forma intercambiável, a logística é, na verdade, um subconjunto da gestão da cadeia de abastecimento (Harrison & van Hoek, 2008).

Com a combinação entre logística e *lean thinking* surge a logística *lean*, que significa que os fornecedores providenciam os serviços certos, com o preço certo, no tempo e sítio certos para satisfazer a procura personalizada do cliente. Este tipo de logística tem características específicas (Zhao & Ning, 2009):

- Orientação pelas exigências do cliente: as exigências do cliente são a motivação da produção e o ponto de partida de valor, logo, a produção sistemática é puxada por essas mesmas exigências.
- Oportuna, precisa e rápida: oportuna significa que o material é concluído a tempo em cada fase do fluxo; a precisão é necessária na comunicação de informação, no armazenamento, na previsão das exigências do cliente e na quantidade enviada; a rapidez indica a velocidade de resposta à procura do cliente e a velocidade de movimentação de carga no sistema logístico.
- Reduz custos e aumenta a eficiência: o sistema de logística *lean* assegura o baixo custo e elevada eficiência por meio de alocação razoável de recursos.
- Integração sistemática: o sistema *lean* precisa da melhor alocação de recursos, incluindo partilha de instalações, equipamentos, informação e benefícios.

- Informatização: um serviço de logística moderno é um projeto sistemático complicado, portanto, as informações eletrônicas são convenientes para a transmissão e computação, e podem levar o fluxo de informação a ser rápido e preciso, garantindo serviços de logística oportunos e altamente eficientes.

2.11.1. Logística Interna

A logística interna, como por exemplo, o transporte de matérias dentro de um sistema, tem um papel crucial em vários sistemas de produção modernos (Rushton, Croucher, & Baker, 2014). Sendo bem estruturada, é uma ferramenta eficaz para a redução de desperdício, tempo de procura, WIP e inventário de matéria-prima.

A logística interna cria uma ligação entre o armazém e as linhas de produção, fornecendo matéria-prima na quantidade certa, no sítio certo e à hora certa (Nguyen & Do, 2016). Um sistema de logística interna depende da tipologia do sistema de produção adotado em termos de volume, e também da relação mantida com os clientes, por exemplo, se os processos de produção são orientados para MTO ou MTS (Rocha, Moreira, & Azevedo, 2010).

2.11.2. Supermercados

(Coimbra, 2013) refere-se aos supermercados como o primeiro domínio no fluxo da logística interna. O conceito básico deste termo passa pela recolha de produtos ser tão fácil como num supermercado. Os produtos estão organizados de maneira a que tudo o que é necessário fazer é escolher o que se precisa e passar para a próxima prateleira. Diz-se que Taiichi Ohno viu este método pela primeira vez nos Estados Unidos e pensou que seria uma boa melhoria a aplicar no *gemba*, devido ao tempo poupado (Coimbra, 2013).

A sua aplicabilidade depende do uso de caixas de dimensões pequenas e alta rotatividade e a organização deverá ser definida com base nos conceitos e regras impostos pela ergonomia para que os operadores tenham as melhores condições de trabalho. Isto só será possível com o auxílio do *Mizusumashi*, tema que irá ser abordado na subsecção seguinte. Esta área de armazenagem é definida de acordo com as seguintes regras (Coimbra, 2013):

- Cada componente tem a sua posição bem definida;
- Deve ser uma zona de fácil acesso, de forma a fornecer boas condições ergonómicas para retirar os componentes;
- Deve permitir uma gestão visual simples;
- Segue o princípio *first-in-first-out* (FIFO);
- É concebido de forma a permitir o fluxo e o fácil manuseamento de:
 - Caixas pequenas;
 - Caixas em carris;
 - *Trolleys*;

Os supermercados são as infraestruturas internas de armazenamento que permitem um bom fluxo de logística interna operar. Fluxo de logística interna pode ser definido como uma sequência que começa no supermercado de materiais ou componentes, inclui todo o inventário de WIP, e acaba no supermercado de produto acabado (Coimbra, 2013).

2.11.3. *Mizusumashi*

O *Mizusumashi* trata-se de um operador logístico, constituído por um veículo com diversas carruagens e um operador responsável pela sua condução, que é responsável pela movimentação de material e informação dentro da unidade industrial (Coimbra, 2013). O método de abastecimento de uma linha de montagem está dividido em duas categorias: manual e automatizado. Nos sistemas manuais é necessário um operador para controlar o abastecimento de variadas linhas de montagem, sendo que é nesta categoria que se insere o *Mizusumashi*. Nos sistemas automatizados não é necessária qualquer interação humana para realizar o abastecimento da linha, encontrando as suas limitações na variedade de produtos que é capaz de transportar. Sendo assim, é recomendado o uso de um sistema manual de abastecimento das linhas de montagem quando existe uma grande variabilidade de produtos ou quando existem mudanças constantes no layout da fábrica, uma vez que este tipo de sistema é mais flexível nesse aspeto (Nomura & Takakuwa, 2006).

Na década de cinquenta este operador, também conhecido como comboio logístico, tinha o papel de transferir requisitos para a produção, entre eles matéria-prima ou componentes. Com o desenvolvimentos e expansão do sistema de produção da Toyota para outras organizações e indústrias, o *Mizusumashi* também evoluiu, de forma a assistir no abastecimento de materiais para o interior da empresa. Neste momento as suas operações são bastante importantes, uma vez que permite que o tempo de ciclo dos produtos se torne mais curto, levando as organizações a reconhecer que um grande número de inventários poderá ser um desperdício (Nomura & Takakuwa, 2006).

O abastecimento das linhas de montagem pode ser realizado pelo *Mizusumashi* através de dois métodos diferentes. O primeiro é designado por método de revisão periódica, onde o operador verifica a quantidade de componentes nos inventários de WIP nas linhas de produção num intervalo de tempo determinado. O segundo é o método de revisão incessante, onde o reabastecimento e a verificação da quantidade de componentes são feitas em simultâneo, ou seja, o operador verifica os inventários de WIP para o próximo reabastecimento ao mesmo tempo que abastece os componentes de acordo com a revisão feita anteriormente (Nomura & Takakuwa, 2006).

Com vista a um bom funcionamento do processo de abastecimento das linhas de montagem, este tem de ser standardizado. O *standard work* do *Mizusumashi* traduz-se na existência de uma rota fixa e de um ciclo de tempo constante, determinado através da soma dos tempos de viagem entre as paragens da rota e dos tempos gastos em cada uma destas paragens. Sendo assim, a produtividade do *Mizusumashi* pode ser aumentada através de melhorias no *standard work* do operador responsável pelo mesmo, da mesma forma que melhoramos o *standard work* para atingir um melhor fluxo de produção (Coimbra, 2013).

A Figura 2.7 descreve as diversas etapas de um sistema *Mizusumashi*. Primeiro, o operador passa por todos os pontos de paragem para efetuar a recolha dos contentores vazios, que traz para o supermercado para voltarem a ser cheios com o material que continham anteriormente. De seguida volta às linhas para fazer o seu abastecimento com o material necessário. Depois disto o operador vai para a área de espera, enquanto não houver necessidade de efetuar o percurso ou até chegar o próximo momento de revisão (Nomura & Takakuwa, 2006).

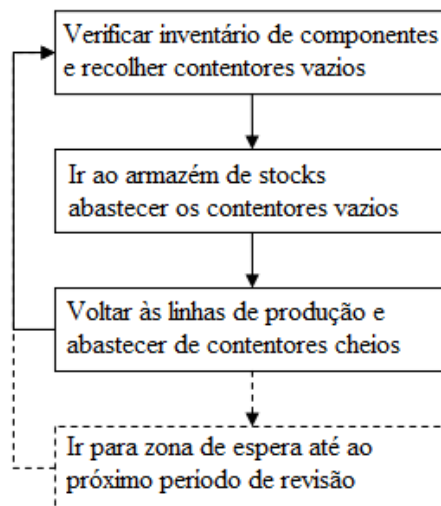


Figura 2.7 – Etapas de um sistema *Mizusumashi* – Traduzido de (Nomura & Takakuwa, 2006)

De maneira a perceber melhor as etapas do sistema a Figura 2.8 ilustra uma rota genérica de um *Mizusumashi* dentro de uma área fabril (Nomura & Takakuwa, 2006).

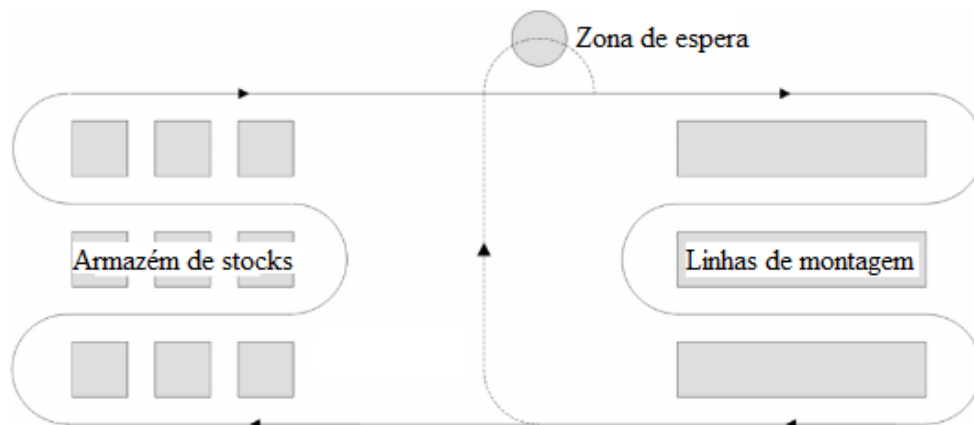


Figura 2.8 - Rota genérica de um *Mizusumashi* – Traduzido de (Nomura & Takakuwa, 2006)

Por último, é muito importante garantir a quantidade apropriada de contentores em cada linha de montagem abastecida pelo *Mizusumashi*, uma vez que se não houver contentores suficientes irá haver falta de peças nas linhas de montagem, levando estas a parar. Por outro lado, manter um número excessivo de contentores nos setores também não é recomendado, visto que poderá tornar o trabalho dos operadores mais complicado de efetuar (Nomura & Takakuwa, 2006).

2.11.4. *Milk Run*

O termo *milk run* refere-se a um sistema de transporte repetitivo, podendo operar uma ou várias vezes por dia, que segue uma rota padronizada e transporta uma carga mista de mercadorias diferentes. O nome *milk run* vem das entregas de leite que se faziam antigamente nos Estados Unidos, uma rota diária e padronizada que todas as manhãs trocava as garrafas de leite vazias por cheias, uma vez que os recipientes eram retornáveis (Coimbra, 2013).

Este conceito é frequentemente aplicado à logística interna para transportar matéria-prima, produtos acabados, e desperdício entre os setores de produção e de montagem e o armazém da unidade fabril (Brar & Saini, 2011). Num sistema interno de *milk run*, um ou mais comboios logísticos entregam diferentes materiais em diferentes setores de trabalho, percorrendo rotas fixas e pré-determinadas. As viagens *milk run* são feitas em intervalos de tempo fixos (Staab, Klenk, Galka, & Günthner, 2017). Para o transporte entre estações na cadeia de abastecimento estas características da antiga distribuição de leite são características chave na criação de fluxo. Esta abordagem permite também que o trabalho seja nivelado numa base diária. Outra vantagem de um transporte do tipo *milk run* é o facto de melhorar a produtividade das tarefas de carga e descarga efetuadas pelo condutor e pelos colaboradores do ponto de descarga, uma vez que as entregas consolidadas vão ser sempre à mesma hora e feitas pelas mesmas pessoas (Coimbra, 2013).

2.12. Manufacturing Execution System

Os sistemas de informação aplicados em empresas de manufatura são sistemas complexos que deveriam fornecer várias funcionalidades e ser ajustados às necessidades de cada empresa. Quanto mais complexo o processo produtivo se torna, mais desafiador é o problema da gestão eficiente da empresa (Iarovyi, Mohammed, Lobov, Ferrer, & Lastra, 2016).

O *Manufacturing Execution System* (MES) pode ser definido como o sistema responsável pelo planeamento e calendarização para o processo produtivo, que significa realizar o plano de maneira eficiente para otimizar os recursos. Este sistema monitoriza, controla e sincroniza as atividades de produção no chão de fábrica desde o início do pedido até ao produto final, recolhendo dados atuais e precisos, iniciando a execução de pedidos, gerindo recursos para operações logísticas e agendando eventos (Rabbani, Ahmad, Baladi, Khan, & Naqvi, 2013).

As funções fornecidas pelo MES incluem (Younus, Hu, Yong, & Yuqing, 2009):

- Alocação de recursos;
- Envio de unidades de produção;
- Recolha de dados;
- Gestão de qualidade;
- Gestão de manutenção;
- Análise de desempenho;
- Planeamento de operações;
- Controlo de documentos;
- Gestão do trabalho;
- Gestão do processo;
- Rastreabilidade dos produtos.

Depois de terminada a exposição dos conceitos teóricos, irá ser feita uma descrição da empresa onde o mesmo foi realizado, bem como dos seus processos, de maneira a garantir um melhor conhecimento do ambiente onde o projeto foi realizado, também descrito no capítulo subsequente.

Capítulo 3 – A Empresa

De forma a contextualizar os problemas apresentados é necessário introduzir a realidade da empresa ao nível dos seus processos produtivos. Neste capítulo será descrita a empresa onde foi inserido este projeto, para assim ser possível a compreensão de todo o projeto.

3.1. Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A.

O Grupo Amorim teve origem no ano de 1870 e é uma das maiores, mais empreendedoras e dinâmicas multinacionais portuguesas. Tendo origem no negócio da cortiça, foi nos anos 60 que foi definida uma estratégia de verticalização com o objetivo de alcançar a liderança mundial de produção e exportação de produtos de cortiça. Um significativo aumento da produção de rolhas conduziu a Amorim ao aproveitamento dos subprodutos e ao nascimento de uma nova área de negócio – os aglomerados. Seria o primeiro passo para a criação de uma empresa mais abrangente, a Corticeira Amorim, fundada em 1963 (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016).

A Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A. dedica-se à transformação de produtos de cortiça, estando posicionada como líder mundial do setor. Presente em mais de uma centena de países distribuídos por todos os continentes é uma das mais internacionais empresas do país, estando organizada em cinco unidades de negócios, representadas na Figura 2.1: Matérias-Primas, Rolhas, Revestimentos, Aglomerados Compósitos e Isolamentos.



Figura 3.1 - Organograma da Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A.

3.2. Amorim & Irmãos S.G.P.S., S.A. - Unidade Industrial de Lamas

A Amorim & Irmãos, S.A. dedica-se à produção e comercialização de rolhas de cortiça, sendo o líder mundial no setor de vedantes de cortiça. Atualmente, existem nove unidades industriais divididas por famílias de produtos, sendo que a UI de Lamas, na qual se vai debruçar esta dissertação, dedica-se à produção de rolhas naturais de cortiça e de rolhas colmatadas, funcionando como fornecedor de produto semiacabado, o que significa que o seu produto final funciona como produto intermédio para o seu cliente.

A missão estratégica da Amorim & Irmãos é “Acrescentar valor à cortiça, de forma competitiva, diferenciada e inovadora, em perfeita harmonia com a Natureza”, tendo como visão “Remunerar o capital investido de forma adequada e sustentada, com fatores de diferenciação a nível do produto e do serviço com colaboradores com espírito ganhador”. Os valores de uma organização são crenças e atitudes que dão uma personalidade à empresa, definindo uma “ética” para o comportamento das pessoas e da organização como um todo. Os valores da Amorim & Irmão, S.A. são os seguintes (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2015):

- Orgulho;
- Ambição;
- Iniciativa;
- Sobriedade;
- Atitude.

Em 1922 surge a UI de Lamas, unidade que deu origem ao universo de empresas que é hoje a Corticeira Amorim e que atualmente é responsável pela produção de aproximadamente 4,5 milhões de rolhas por dia, das quais 3 milhões são rolhas naturais e 1,5 milhões são rolhas colmatadas (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2015). O presente projeto surge com o aumento de produção anual de 250 milhões de unidades o que, diariamente, se traduz num aumento de sensivelmente um milhão de rolhas produzidas, partindo do pressuposto de que a UI labora durante 227 dias por ano.

No catálogo de produtos desta unidade de negócio podemos encontrar diferentes tipos de rolhas: naturais, *acquamark*, *helix*, *top series*, *spark*, *twin top*, *neutrocork*, *advantec* e aglomeradas. Na Figura 3.2 podem-se identificar os diferentes tipos de rolhas comercializados por esta unidade de negócio. A oferta diversificada justifica a cota de mercado mundial de 33%, onde 96% da produção é exportada para mais de uma centena de países (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016).



Figura 3.2 - Diferentes tipos de produtos disponíveis no catálogo da Unidade de Negócio de rolhas.
Fonte: (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016)

No que toca a qualidade e segurança a acreditação oficial SYSTECODE garante que as empresas de produção de rolhas cumprem as práticas preventivas mais eficazes contra a contaminação da cortiça por microorganismos responsáveis pelos sabores indesejáveis no vinho. A Figura 3.3 representa as certificações da empresa: Sistemas de Gestão da Qualidade (ISO 9001), Sistemas de Gestão do Ambiente (ISO 14001), Sistemas de Gestão de Segurança Alimentar (ISO 22000) e HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016)



Figura 3.3 - Certificação das rolhas de cortiça.
Fonte: (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016)

3.3. Descrição do Processo Produtivo

Na UI de Lamas, o processo produtivo está dividido em duas fases distintas. A primeira fase do processo, que abrange todas as etapas realizadas desde a receção da matéria-prima até à segunda escolha eletrónica, pode ser caracterizada como a fase *push* do processo. A segunda fase é caracterizada como a fase *pull* e tem início na lavação, que é o setor onde se inicia a customização do produto. Esta divisão tem o objetivo de conseguir o máximo aproveitamento possível da matéria-prima desde que entra em prancha até sair em produto final.

Sendo a cortiça um produto natural não se pode cometer o erro de pensar que uma quantidade fixa de uma determinada qualidade de matéria-prima daria uma quantidade fixa de rolhas de uma determinada qualidade. Sabe-se que cada qualidade de cortiça pode dar origem a uma certa percentagem de rolhas defeituosas e a uma certa proporção de rolhas de cada uma das classes industriais, sendo que cada uma dessas classes industriais pode dar origem a uma certa proporção de rolhas de cada uma das outras classes comerciais. Ou seja, este fator faz com que na prática, para produzir uma determinada referência, terão de ser produzidas outras, não proporcionalmente. Posto isto, a fábrica tem então uma produção híbrida de MTS (*Make to Stock*) e MTO (*Make to Order*).

No processo de produção de rolhas naturais existem outras características bastante particulares, como o desdobramento de classes, os reprocessamentos e a valorização de todos os subprodutos resultantes do processo, desde que a cortiça chega em prancha até ser transformada em pó.

Com a Figura 3.4 é possível perceber, de uma forma esquemática e resumida, o fluxo produtivo da UI de Lamas.

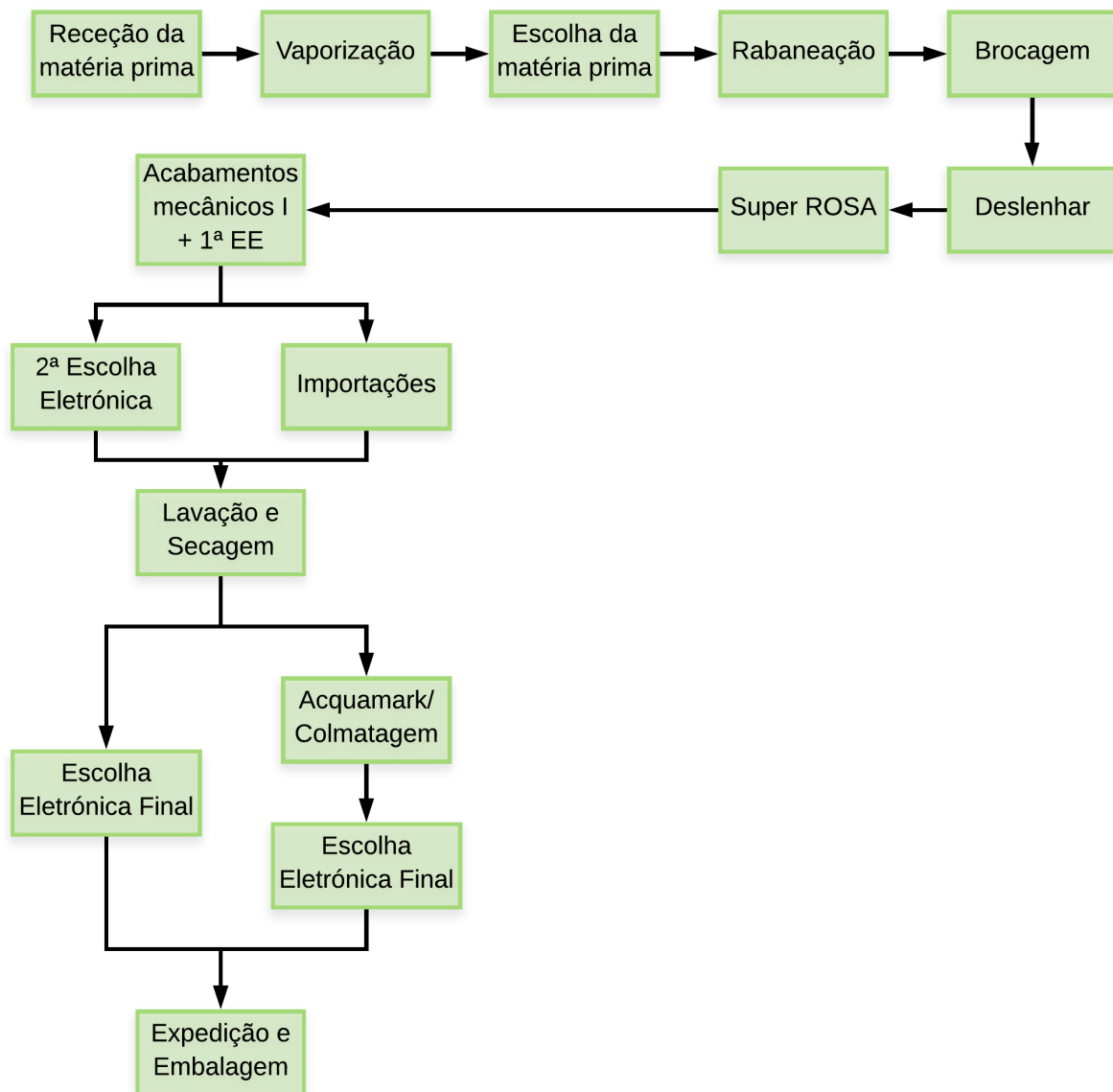


Figura 3.4 - Sequência de operações do processo produtivo das rolhas naturais, *acquamark* e colmatadas.

Receção da Matéria-Prima

O processo de produção inicia-se com a receção da matéria-prima (cortiça), em prancha, como é possível observar na Figura 3.5, organizadas em paletes, que já sofreram um processo de cozedura e são provenientes das empresas preparadoras de cortiça.



Figura 3.5 - Prancha de cortiça
Fonte: (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016)

Vaporização

A cortiça, depois de rececionada, tem de ser vaporizada, de modo a que matéria prima atinja o nível de humidade correto para ser processada. O tratamento de vaporização consiste em colocar as paletes de cortiça numa câmara, onde é injetado vapor de água a uma temperatura de 150°C e a uma pressão de 6 bar.

Escolha de Matéria-Prima

Após o processo de vaporização as paletes com as pranchas de cortiça são escolhidas em função do calibre e classe da prancha, de modo a maximizar o seu aproveitamento nas brocas.

Rabaneação

Neste setor as pranchas de cortiça são cortadas, longitudinalmente, em traços, com largura ligeiramente superior à definida pelo calibre das rolhas a serem produzidas. A alimentação às brocas é feita de forma direta, uma vez que estes dois setores estão dispostos em linha.

Brocagem

É no setor das brocas que se dá a transformação do traço de cortiça em rolhas cilíndricas, como representa a Figura 3.6. Nesta UI as brocas estão divididas entre brocas a pedal, semiautomáticas, automáticas e inteligentes.

Nas brocas a pedal o operador tem total controlo sobre a broca e trabalha traços de maior qualidade que necessitem de uma maior precisão na brocagem, de modo a extrair uma rolha de grande qualidade. Na brocagem semiautomática o operador não controla a broca, pois esta tem um movimento automático, mas controla o posicionamento do traço, permitindo que, desta operação, resultem também rolhas de grande qualidade. A brocagem automática não necessita da intervenção de operadores, já que o posicionamento do traço e o controlo da broca é totalmente automatizado. Na brocagem automática podem ser os operadores a alimentarem a linha com traços, ou a linha pode ser automatizada, com robots que se encarregam também da tarefa de alimentação dos traços às brocas. Este processo automático, apesar do elevado volume de produção, produz rolhas de menor qualidade, uma vez que não tem em conta os defeitos do traço

de cortiça no posicionamento da broca. A brocagem inteligente é realizada por um robot que, através de visão artificial, identifica os defeitos dos traços de cortiça e posiciona o traço e a broca para evitar as zonas com defeito, o que aproxima o seu trabalho ao de um operador totalmente qualificado numa broca a pedal.



Figura 3.6 - Traço proveniente do corte da prancha de cortiça depois de realizada a operação da brocagem.
Fonte: (Corticeira Amorim, S.G.P.S., 2016)

Deslenhar

Depois de picadas, nas brocas automáticas e nos robôs, estas rolhas em estado bruto são passadas nas máquinas de Deslenhar onde são classificadas em raça, repasse e aparta. Para o fluxo normal, apenas é considerada a raça, que são as rolhas com formato cilíndrico e com um nível de porosidade dentro de parâmetros definidos. Os repasses (Figura 3.7) são rolhas com defeito de topo, que irão ser trabalhadas de maneira a eliminar o defeito e aproveitar o restante. A aparta são as rolhas com grandes defeitos que já não têm qualquer valor como vedante e são encaminhadas para a trituração, de maneira a que sejam aproveitadas noutra unidade industrial, na forma aglomerada.



Figura 3.7 - Rolha com defeito de repasse

Super ROSA (*Rate of Optimal Steam Application*)

Depois de passarem no setor de Deslenhar as rolhas são transportadas, em cestos metálicos devidamente identificados com a OF (ordem de fabrico) e calibre do produto, até ao Super ROSA. Aqui é a primeira vez em que as rolhas irão ser transportadas pelo *Mizusumashi*. Os cestos estão feitos de maneira a serem rebocados pelo comboio logístico. O Super ROSA é o principal processo de tratamento sensorial de rolhas naturais da Amorim & Irmãos. Trata-se de um processo estático que tem o objetivo de extrair TCA (2,4,6-trocloroanisol) das rolhas de cortiça bem como controlar a sua humidade.

Acabamentos Mecânicos e 1ª Escolha Eletrónica

Após a passagem no Super ROSA as rolhas são transportadas, novamente pelo *Mizusumashi*, até aos AM I (Acabamentos Mecânicos I). Nesta fase as rolhas sofrem a primeira escolha do processo produtivo. Esta é uma escolha que analisa as rolhas apenas em termos visuais. Como resultado desta seleção temos a divisão das rolhas em quatro classes industriais: AA, A, B e C, onde as rolhas AA são as mais bem classificadas em termos visuais e as C as menos bem classificadas. Além destas classes são separadas também as rolhas de repasse e a apara. A escolha é feita tendo em conta quantidade de buracos na rolha e a sua profundidade. Ainda neste setor, as rolhas são polidas de modo a retificar o diâmetro e topejadas para garantir o comprimento desejado, associado ao calibre em causa. Os diâmetros *standard* existentes são 24, 25 e 26 mm e os comprimentos *standard* são 45, 49 e 54 mm.

Depois da passagem por este setor as rolhas terão destinos diferentes consoante a sua classe e o seu calibre. Na página seguinte, na Figura 3.8 estão representados os destinos das rolhas por classe industrial e calibre.

A partir deste setor as rolhas são movimentadas na sua maioria em cestos de plástico, pelo *Mizusumashi* e a unidade de contagem utilizada é o ML (milheiro), que representa um milhar de rolhas.

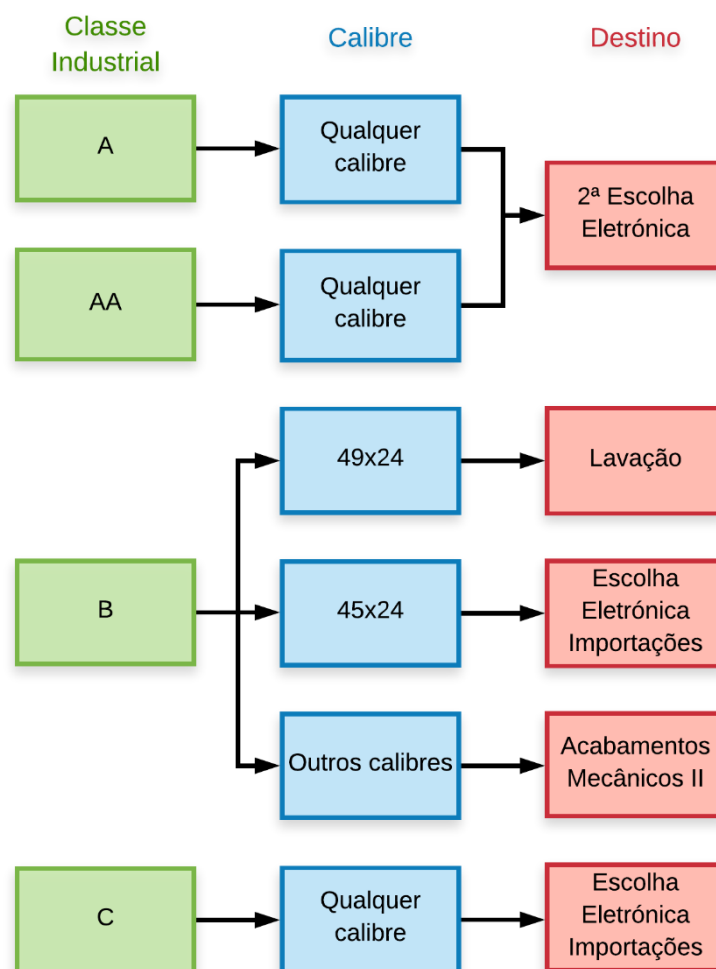


Figura 3.8 – Destino das rolhas à saída dos AM I, por classe e calibre.

SVE e 2ª Escolha Eletrônica

Depois de realizada a 1ª EE (escolha eletrônica) e as retificações de calibre, as rolhas são transportadas para o Armazém de 2ª EE, também pelo comboio logístico. É a partir deste armazém que os SVE (sistemas de verificação de estanquicidade) e as máquinas de segunda escolha são abastecidos. No SVE faz-se a separação entre as rolhas que têm capacidade de vedar e as que não têm. Após a confirmação da capacidade de vedar, as rolhas entram nas máquinas de escolha, situadas a jusante dos SVE, de modo a ser feita uma segunda escolha para dividir as rolhas em classes comerciais: Flôr, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º. Esta é novamente uma escolha em termos visuais onde Flôr são as rolhas de melhor qualidade e 6º as de menor qualidade.

A escolha eletrônica identifica também defeitos de corpo ou de topo nas rolhas, designados de caleira e repasse, respetivamente. As rolhas com defeito são direcionadas para um segundo setor de Acabamentos Mecânicos, AM II, que se dedica ao aproveitamento dessas mesmas rolhas através da redução de calibre em função das necessidades de produção da fábrica. Também o transporte para este setor é feito por meio do *Mizusumashi*.

Escolha Eletrónica Importações

Este setor trabalha as rolhas de classe industrial C, ou seja, as de classe mais baixa provenientes dos Acabamentos Mecânicos I. Neste setor é feita a verificação de estanquicidade e uma escolha eletrónica de modo a separar os produtos por classes comerciais, tal como na 2ª EE. Além das rolhas de classe C, neste setor também são trabalhadas as rolhas de classe B com calibre 45x24, devido à falta de capacidade na 2ª EE.

Lavação e Secagem

A lavação é o setor onde as rolhas são limpas e desinfetadas com recurso a água e agentes químicos, assegurando o seu despoeiramento e desinfeção. Existem diferentes tipos de lavação, o que dá um aspeto visual distinto às rolhas. A lavação aplicada depende da qualidade da rolha, do destino (rolha natural ou colmatada) e da encomenda para a qual está a ser preparada.

Nada pior do que preparar-se para saborear um bom vinho e, ao abri-lo, descobrir aquele tão característico aroma do TCA, vulgarmente conhecido por “saber a rolha”. O sistema ROSA Evolution® (*Rate of Optimal Steam Application*) é um equipamento de destilação a vapor, desenvolvido e patenteado pelo Grupo Amorim, e tem como objetivo a eliminação do contaminante TCA. Após a lavação todas as rolhas passam por este sistema, não só para a redução do contaminante, mas também para a redução da humidade para os limites aceitáveis, entre os 4 e 8 %. Com este inovador sistema é possível colocar os valores de TCA das rolhas da A&I (Amorim & Irmãos) abaixo do limite sensorial. Todas as movimentações entre a Lavagem e o setor onde estão as estufas ROSA Evolution® são feitas através de um segundo *Mizusumashi*. Depois da passagem pelas estufas as rolhas são embaladas em cestos plásticos ou sacos de ráfia, criando assim um *stock* de rolhas prontas a ser revestidas ou a entrar no setor da 3ª Escolha Eletrónica.

As rolhas podem sofrer várias lavagens, no entanto a ordem pela qual são aplicadas não pode ser aleatória. Existem quatro tipos de lavagens que podem ser executadas em rolhas não lavadas: Clean 2000, Pré-Light, Clean 0 e Nova 101. Após a primeira lavagem e a passagem às estufas ROSA Evolution® pode ser aplicada, à rolha natural, uma segunda lavagem, o revestimento, que lhe vai conferir uma coloração mais clara ou mais escura. Existem três tipos de revestimentos: Clean C, Light e Nature. A Figura 3.9 demonstra, de forma esquemática, as possíveis combinações entre as lavagens e os revestimentos, visto que não é possível aplicar todos os revestimentos em todas as lavagens.

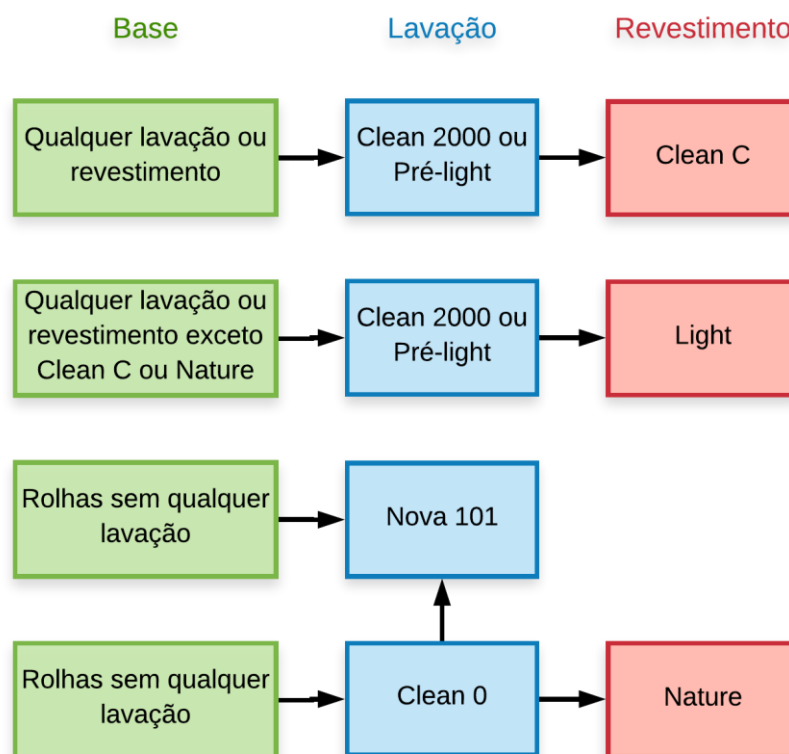


Figura 3.9 - Rotas de lavação de rolhas naturais.

Acquamarke e Colmatagem

Neste setor são trabalhadas rolhas de classes comerciais inferiores: 3º, 4º, 5º e 6º. Aqui as fendas e os buracos das rolhas são preenchidos com pó de cortiça de modo a melhorar o seu aspeto visual. As rolhas *acquamarke* são submetidas a um processo de colmatagem de base aquosa. No caso das rolhas colmatadas, estas são submetidas a um processo de colmatagem de base solvente, que pode ser de três tipos: Nova Colmatagem, Dark e Dark Natural.

As rolhas *acquamarke* e colmatadas sofrem uma lavação base que pode ser Clean 2000, Pré-Light ou Clean 0, dependendo do colmatado que se pretende. Algumas das rolhas colmatadas ainda podem ser revestidas com um destes três tipos de revestimento: Cristal, Rosado ou Branco. Também nas rolhas colmatadas nem todos os colmatados são compatíveis com todas as lavagens e nem todos os revestimentos são compatíveis com todos os colmatados, como representa a Figura 3.10.

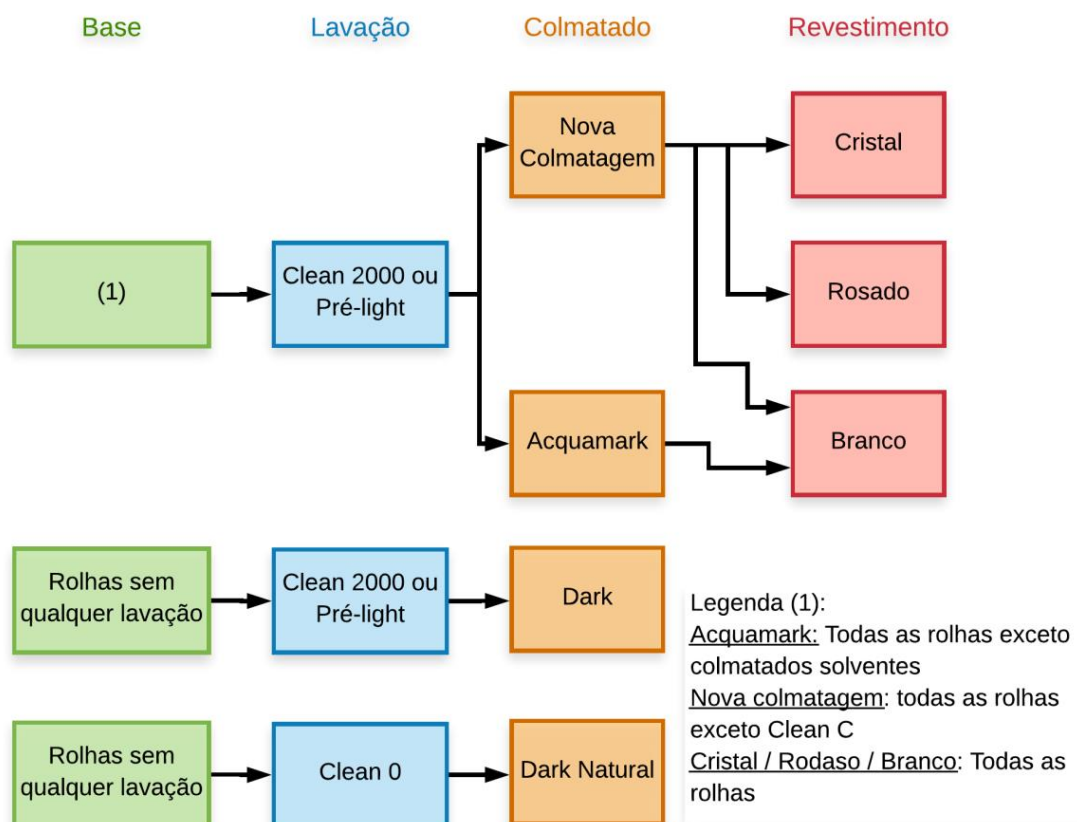


Figura 3.10 - Rotas de lavagem de rolhas colmatadas.

3ª Escolha Eletrónica

Depois das rolhas estarem no calibre e lavagem pretendidos, devidamente limpas e dentro das especificações que satisfazem as necessidades do mercado, é executada uma 3ª EE. Esta última escolha serve para identificar rolhas com defeito que não foram retiradas do processo e para fazer uma escolha em termos de classe visual mais minuciosa e que pode estar sujeita a diferentes requisitos, consoante o cliente final.

Embalagem e Expedição

Nesta etapa as rolhas passam por máquinas de contar, as contadeiras, e são embaladas em sacos de ráfia. Seguidamente os sacos embalados são agrupados em paletes para depois serem expedidas para o cliente final ou para serem armazenadas em *stock*.

Neste terceiro capítulo foi possível adquirir um conhecimento mais profundo da empresa relativamente aos seus processos, origem e organização. No capítulo seguinte será apresentado o projeto prático, bem como a sua situação inicial e final.

Capítulo 4 – Projeto Prático

Neste capítulo será descrito o estado inicial do projeto e serão apresentadas alterações e melhorias estudadas e implementadas com vista à reestruturação dos fluxos de logística interna. No final do capítulo será feito um comparativo entre a situação inicial e a situação final do projeto, onde o objetivo principal passava por manter o fluxo de materiais perante um aumento de produção anual de 250 milhões de unidades brocadas.

4.1. Estado Inicial do Projeto

Em setembro de 2018, aquando o início do presente projeto, a empresa encontrava-se num período de mudança de *layout* com o objetivo de suportar o aumento do volume de produção previsto. De maneira a clarificar os problemas existentes e as causas para a necessidade do dimensionamento da logística interna na UI foi realizado um diagrama de Ishikawa, como é possível observar na Figura 4.1.

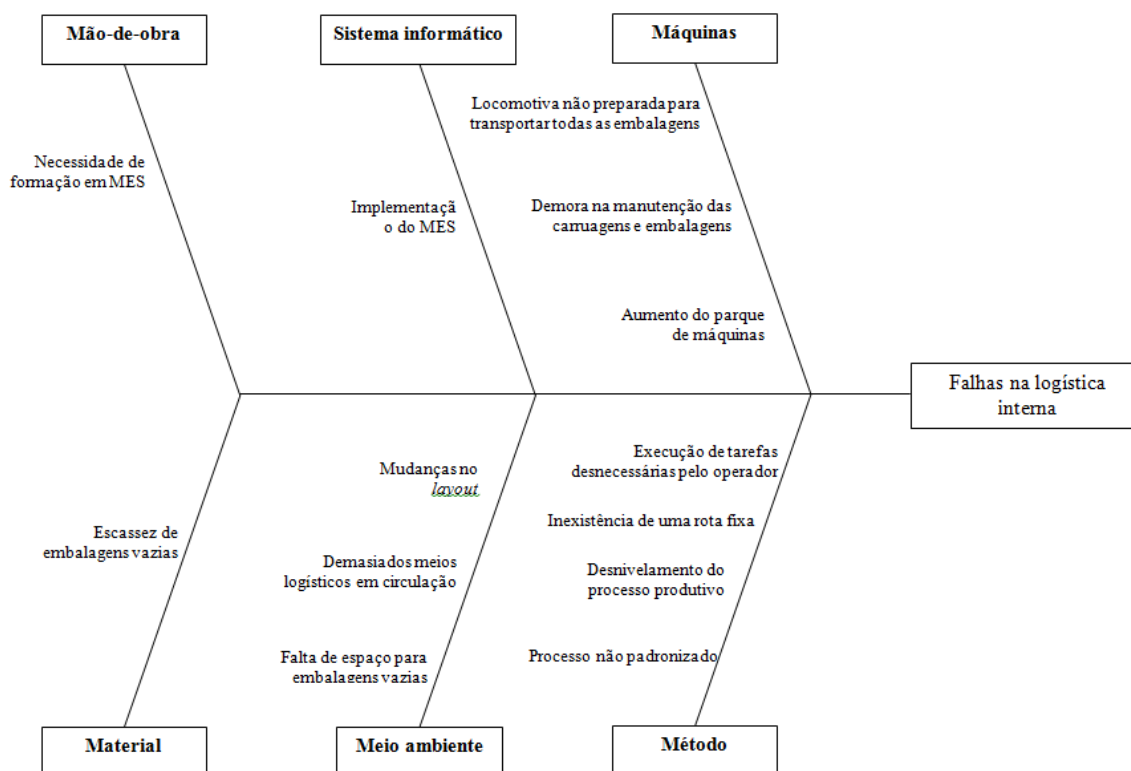


Figura 4.1 - Diagrama de Ishikawa

Na empresa onde foi desenvolvido o projeto, existem dois comboios logísticos responsáveis pela movimentação de rolhas entre vários setores. Para facilitar a compreensão do processo será feita uma distinção entre os dois *Mizusumashis*, sendo eles o Comboio 1 e o Comboio 2. As rolhas são transportadas em cestos de plástico ou de metal com uma capacidade variável, dependente do calibre do produto a carregar, como demonstra a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Capacidade por calibre dos cestos metálicos e plásticos

Calibre Rolha	Capacidade (Milheiro)
45x24	30
45x26	25
49x24	27
49x25	25
49x26	23
54x24	25
54x26	21
Cal. Especial	20

Devido à falta de cestos plásticos (Figura 4.2), por vezes é necessário recorrer ao uso de sacos de ráfia (Figura 4.3) com capacidade para 5 ML de rolhas, para transportar os produtos. Os cestos metálicos (Figura 4.4) são usados exclusivamente no transporte de rolhas entre os setores Deslenhar, Super ROSA e Acabamentos Mecânicos I, existindo também a possibilidade de o transporte ser feito através de paletes de sacos de ráfia, sendo que nesse caso a movimentação é feita com o auxílio de um empilhador. Depois dos Acabamentos Mecânicos I, as rolhas passam a ser movimentadas em cestos plásticos até serem embaladas, com exceção de todas as rolhas de classe industrial C que são produzidos diretamente para sacos de ráfia nos AM I. Esta decisão deve-se ao facto de o destino deste artigo ser a EE Importações que, devido a falta de capacidade, acumula algum *stock* de entrada e faz com que exista uma maior retenção de produtos no setor. Posto isto decidiu-se então produzir estes artigos para sacos de ráfia, permitindo assim um melhor fluxo de cestos plásticos.



Figura 4.2 - Cesto plástico



Figura 4.3 - Saco de ráfia



Figura 4.4 - Cesto metálico

Inicialmente, o Comboio 1 era responsável pelo transporte de rolhas entre os seguintes setores: Deslenhar, Super ROSA, Acabamentos Mecânicos I, 2ª EE, EE Importações, Acabamentos Mecânicos II, Armazém de 2ª EE, Supermercado e Lavação. No caso do transporte entre o Deslenhar, Super ROSA e Acabamentos Mecânicos I, o comboio tem de largar as carruagens, representadas na Figura 4.5, de modo a conseguir carregar os cestos metálicos,

como mostra a Figura 4.6, atrelando-os à locomotiva. A zona de descarga para o supermercado e para o armazém de 2ª EE era comum, sendo que o operador responsável pela entrada de 2ª EE fazia as movimentações dos cestos para a sua devida localização.



Figura 4.5 - *Mizusumashi* com as carruagens



Figura 4.6 - *Mizusumashi* a transportar cestos metálicos

O Comboio 2 fazia o transporte das rolhas entre o setor da lavação e o setor das estufas ROSA Evolution®. As tarefas dos operadores dos *Mizusumashis* incluíam a carga e descarga dos cestos, e o registo dos artigos a transportar no sistema existente. Além destas tarefas, o operador do Comboio 2 efetuava a identificação dos lotes a transportar da lavação para as estufas, o controlo de processo à entrada das estufas, que consiste na medição da humidade relativa de

uma amostra de dez rolhas por lote, e ainda o abastecimento de produtos químicos e materiais necessários para o setor da Lavação, com recurso a um empilhador.

Durante o acompanhamento feito no *gemba* foi possível identificar os problemas relativos ao processo do *Mizusumashi*:

- Falta de embalagens vazias, o que pode levar à paragem de máquinas;
- Não padronização do trabalho realizado;
- Inexistência de um espaço para o depósito contentores vazios;
- Cestos vazios transportados empilhados aos pares, o que implica a utilização posterior de um empilhador para baixar os mesmos;
- Produção das máquinas para sacos de rafia, dificultando o transporte dos mesmo por parte do comboio logístico;
- Inexistência de um espaço para depositar cargas no supermercado.

O cronograma do projeto pode ser consultado no Anexo A. Para a sua realização a grande preocupação foi o tempo de integração na fábrica, durante o qual foi possível interagir com grande parte dos operadores bem como analisar o estado inicial do projeto, e o tempo disponibilizado para as implementações necessárias, uma vez que poderia haver necessidade de reajustar alguma medida, de acordo com os objetivos do projeto.

4.1.1. Recolha e análise de dados

Esta fase iniciou-se com o acompanhamento diário dos dois *Mizusumashis*, para que se compreendesse o modo como operavam, os setores que abasteciam e as estações de paragem existentes. Este acompanhamento foi feito na sua maioria durante o segundo turno, compreendido entre as 8h e as 16h. Foi através deste acompanhamento que foi possível identificar os setores pelos quais cada comboio era responsável de transportar a respetiva produção:

Comboio 1	Comboio 2
Deslenhar	Lavação 0
Super ROSA	Lavação -1
Acabamentos Mecânicos I	ROSA Evolution ®
2ª EE/3ª EE	
EE Importações	
Acabamentos Mecânicos II	

Inicialmente o Comboio 1 transportava o descaio da 3ª EE, que é a quantidade de rolhas que estão abaixo da classe do lote que está a escolher e era depositado no mesmo local das produções da 2ª EE, daí a designação do setor “2ª EE/3ª EE”. No caso particular do setor da lavação foi feita uma divisão para o Comboio 2, uma vez que existem dois espaços físicos do setor da lavação, sendo um denominado de Lavação 0 e o outro de Lavação -1. Esta divisão não foi feita para o Comboio 1, uma vez que as suas cargas com destino à lavação são depositadas sempre na Lavação 0 e colocadas na plataforma de abastecimento das máquinas de lavar pelo empilhador responsável pelo *picking* do supermercado para o setor da lavação.

De seguida definiram-se os dados que eram necessários medir no terreno, para posteriormente ser feita uma análise dos mesmos com o objetivo de padronizar as rotas e as operações de cada um dos comboios logísticos:

- Tempo de carga e descarga de cestos;
- Tempo de deslocação entre setores;
- Tempo gasto com CP (controlo de processo);
- Tempo gasto com a identificação dos lotes;

O estudo foi iniciado com a medição de todos os tempos acima referidos, bem como o registo dos produtos transportados e o setor de destino, de modo a encontrar algum tipo de padrão passível de utilizar posteriormente na construção da rota. A Tabela 4.2 representa um exemplo do registo de dados feito para o Comboio 1, e a Tabela 4.3 do para o Comboio 2.

Tabela 4.2 - Tabela exemplo de recolha de dados do Comboio 1

Inst chegada	Estação	Inst saída	Carrega	T Carga	Descarrega	T Descarga	Produto	Destino
00:00:00	Armazém 2ª EE	00:01:10	3 vazios	00:01:10	-	-	-	-
00:03:29	2ª EE/3ª EE	00:03:45	-	-	1 vazio	00:00:16	-	-
00:04:11	AM I	00:06:46	2 cheios	00:01:11	4 vazios	00:01:24	314524 45x24 B S/L	Importações
00:08:19	Importações	00:08:50	-	-	2 cheios	00:00:31	-	-
00:10:50	Larga carruagens 2ª EE	00:10:55	-	-	-	-	-	-
00:12:45	Super Rosa	00:16:29	8 cestos metálicos 2 a 2	00:03:44	-	-	600137 45x24 Raça	AM I
00:18:06	AM I	00:19:50	-	-	8 cestos metálicos 2 a 2	00:01:44	-	-
00:20:20	2ª EE/3ª EE	00:21:54	2 cheios	00:01:34	-	-	1 - 604524 45x24 1ª S/L	Arm EP
							1 - 604524 45x24 3ª S/L	
00:22:33	Importações	00:24:50	3 cheios	00:01:37	-	-	604524 45x24 B-Veda S/L	Lavação
00:26:20	Armazém 2ª EE	00:27:10	2 vazios	00:00:23	2 cheios	00:00:27	-	-
00:27:45	Lavação	00:28:27	-	-	3 cheios	00:00:42	-	-
00:29:00	Armazém 2ª EE	00:30:03	3 vazios	00:01:03	-	-	-	-
00:31:49	2ª EE/3ª EE	00:34:38	9 verdes (3 a 3) + 1 cheio	00:01:06	5 vazios	00:01:43	600512 49x24 A S/L	Arm EP

Tabela 4.3 - Tabela exemplo de recolha de dados do Comboio 2

Inst chegada	T viagem	Estação	Inst saída	Carrega	T Carga	Descarrega	T Descarga	Tempo CP	T ID Lote	Produto
00:00:00	-	Lavação 0	00:01:50	4 cheios	00:01:50	-	-	-	-	3 - 684524 45x24 C CI2000
										1 - 604924 49x24 3º/4º CI2000
00:03:19	00:01:29	ROSA	00:07:56	5 vazios	00:01:26	4 cheios	00:01:20	00:01:51	-	-
00:09:23	00:01:27	Lavação -1	00:11:28	5 cheios	00:01:19	5 vazios	00:00:46	-	-	684524 45x24 Sup CI0
00:13:20	00:01:52	ROSA	00:19:20	5 vazios	00:00:59	5 cheios	00:01:23	00:03:00	00:00:38	-
00:21:01	00:01:41	Lavação -1	00:24:15	5 cheios	00:01:28	5 vazios	00:01:46	-	-	304526 45x26 Sup CI0
00:26:03	00:01:48	ROSA	00:34:10	5 vazios	00:02:01	5 cheios	00:02:21	00:02:56	00:00:49	-
00:35:44	00:01:34	Lavação -1	00:38:23	5 cheios	00:01:44	5 vazios	00:00:55	-	-	304526 45x26 Sup CI0
00:39:57	00:01:34	ROSA	-	-	-	5 cheios	00:01:58	-	-	-
Tempo de transporte de produtos químicos/materiais por parte do operador do comboio										01:08:05

Relativamente ao Comboio 1 as medições permitiram constatar que maior parte das movimentações efetuadas têm como destino o Armazém de 2ª EE ou o Supermercado, provenientes dos AM I e da 2ª/3ª EE, sendo que a folga existente era quase nula, algo que já seria de esperar tendo em conta o número de setores em que estava envolvido. Além disso, não foi possível detetar uma rota padrão na operação deste meio logístico, o que poderia vir a dificultar a padronização do mesmo. Contudo, foi criada uma norma relativa ao estado inicial deste comboio logístico para ser seguida enquanto eram feitos os cálculos para o estado futuro. A norma em questão pode ser analisada no Anexo B e está dividida em duas partes, sendo que uma representa o circuito ímpar e outra o circuito par. Esta divisão acontece visto que se verificou só ser necessário efetuar o transporte do Deslenhar para o Super ROSA e do Super ROSA para os AM I a cada dois ciclos, de acordo com a observação efetuada. Abaixo estão representadas as duas rotas do Comboio 1 de acordo com a norma feita para o estado inicial. A Figura 4.7 representa o circuito ímpar e a Figura 4.8 o par. Devido ao elevado número de itens para na Figura 4.8 a sua legenda pode ser consultada na Tabela 4.4.

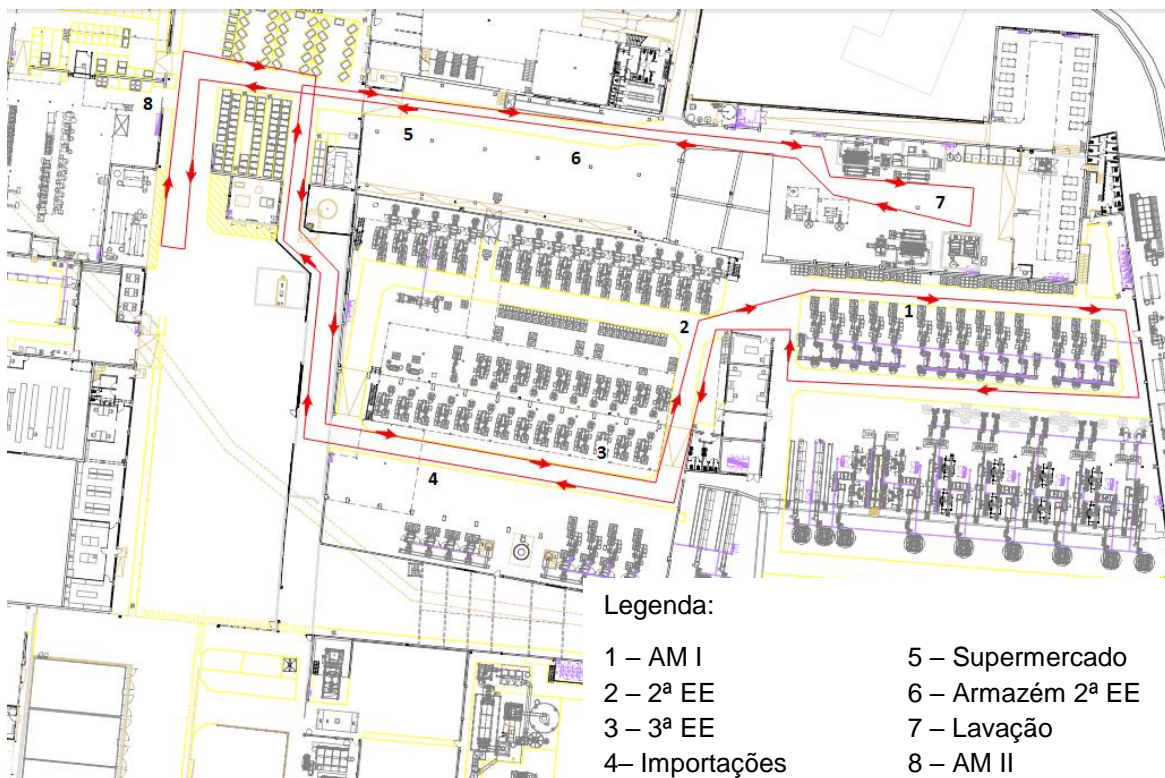


Figura 4.7 - Rota ímpar do Comboio 1 para o estado inicial

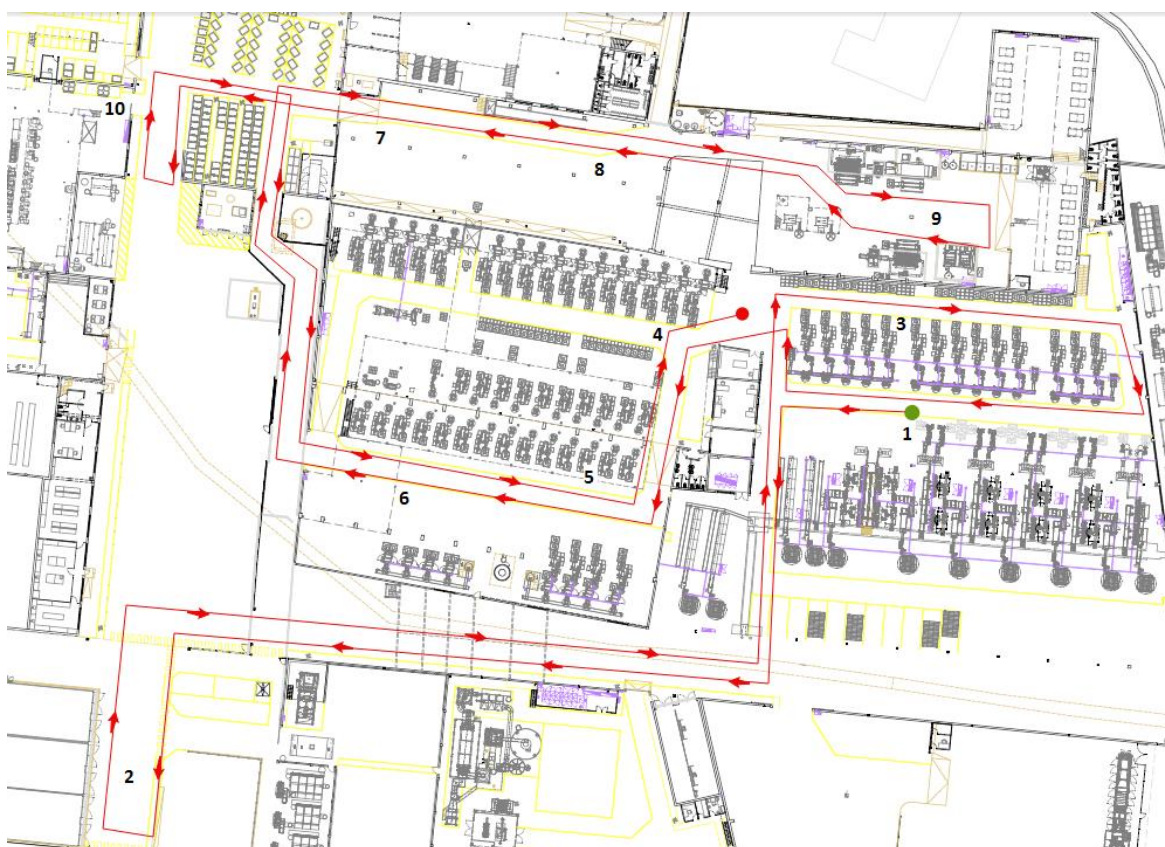


Figura 4.8 - Rota par do Comboio 1 para o estado inicial

Tabela 4.4 - Legenda da Figura 4.8

Número	Legenda
1	Deslenhar
2	Super ROSA
3	AM I
4	2ª EE
5	3ª EE
6	Importações
7	Supermercado
8	Armazém 2ª EE
9	Lavação
10	AM II
●	Início da rota
●	Final da rota

Quanto ao Comboio 2, estas medições permitiram identificar atividades feitas pelo operador que representavam *mudas* dentro do processo do *Mizusumashi*. A operação desnecessária mais relevante era o transporte de produtos químicos e materiais para o setor da lavação, o que consumia, em média, cerca de uma hora por turno ao Comboio 2. Além disso existiam ainda as operações de controlo de processo à entrada das estufas ROSA Evolution® e de identificação do lote a transportar para as mesmas. O controlo de processo consiste na medição da humidade relativa de uma amostra de dez rolhas do primeiro lote a entrar em cada uma das quatro estufas no início de cada turno, o que demora, em média, 11 minutos e meio. Para calcular o tempo gasto com a identificação dos lotes fez-se uma estimativa do número de lotes movimentados por turno pelo Comboio 2, através da análise das produções das máquinas de lavar. Sabendo que o operador demora, em média, 54 segundos a identificar um lote e que são movimentados cerca de 29 lotes por turno, pode-se fazer uma estimativa do tempo gasto com esta operação multiplicando os dois valores, o que dará cerca de 26 minutos, sendo este tempo gasto numa operação que poderia ser feita pelos operadores do setor da lavação. No caso do Comboio 2 é possível detetar um padrão em termos de rota, como representa a Figura 4.9.

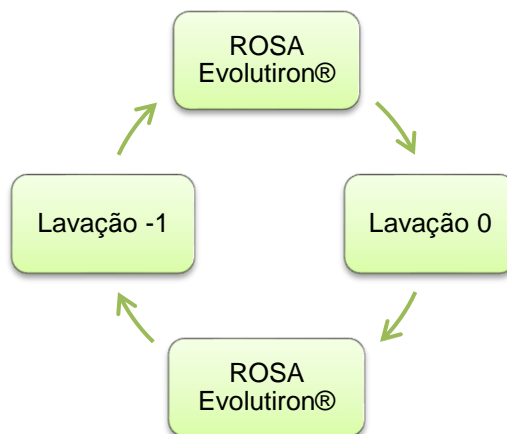


Figura 4.9 - Ciclo Comboio 2

A implementação do MES trouxe uma nova forma de os operadores fazerem o registo das produções e movimentações de produtos durante o processo produtivo. O comboio logístico não foi exceção e passou a registar todas as movimentações feitas no MES. Para isso foi necessária a formação dos operadores bem como a criação de uma norma com a informação de como fazer essas mesmas movimentações, representada no Anexo C, para ser afixada em todas as locomotivas existentes, mesmo as de substituição, para que todos os operadores do comboio logístico tenham acesso. Este tipo de normas é bastante importante em situações em que o operador do *Mizusumashi* falte por algum motivo e tenha de ser substituído. Assim, qualquer pessoa que for trabalhar nos comboios logísticos tem acesso não só à norma de como realizar movimentações no MES, mas também à norma de trabalho para o *Mizusumashi* em causa.

A rota, representada na Figura 4.10, foi utilizada como base para calcular a folga associada ao Comboio 2. Para isso foi necessário determinar o número médio de cestos transportados por viagem e o tempo médio de ciclo, recorrendo aos dados recolhidos durante a observação. Cruzando estes dados com os das produções do setor da lavagem foi possível determinar o número de ciclos necessários por turno para satisfazer as necessidades desse mesmo setor. Depois de calcular o número de ciclos necessários por turno multiplicou-se pelo tempo médio de ciclo e obteve-se o tempo que é necessário para que o Comboio 2 fizesse todas as movimentações necessárias entre as estufas e o setor da lavagem. Na Tabela 4.5 estão representados os valores utilizados para calcular a folga existente no Comboio 2. De notar que, no turno dois, o operador deste meio logístico tem de substituir um operador das estufas durante meia hora enquanto este vai almoçar, de maneira a que não haja paragens no setor.

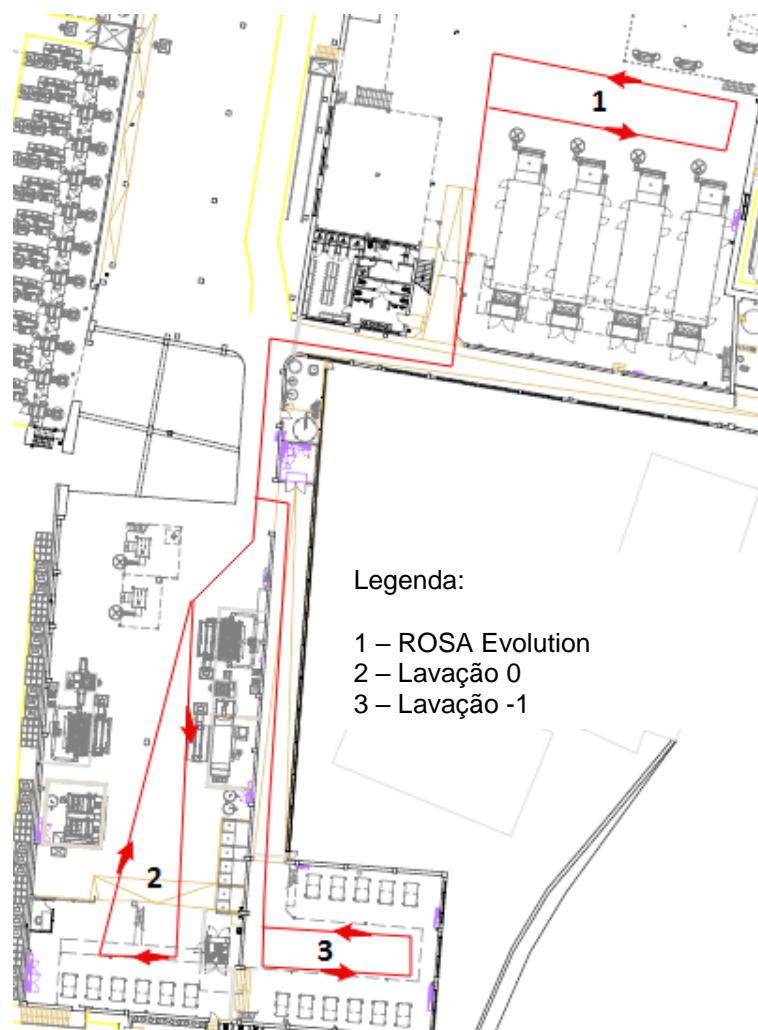


Figura 4.10 - Circuito inicial do Comboio 2

Tabela 4.5 - Dados e cálculo da folga do Comboio 2

Tempo médio de ciclo	00:24:28
Horas por turno	07:30:00
Média de cestos por viagem	3,89
Viagens por turno possíveis	18
Viagens necessárias Lav -1	10,33
Viagens necessárias Lav 0	15,76
Ciclos necessários	15,76
Tempo necessário	06:25:23
Tempo de substituição estufa	00:30:00
Folga	00:34:37
Tempo ID lote	00:26:01
Tempo Controlo de Processo	00:11:30
Folga futura	01:12:07

Depois de todos os cálculos feitos chegou-se a um valor de 34 minutos e 37 segundos de folga no Comboio 2. Contudo, este valor pode aumentar em cerca de 37 minutos e meio se as operações de identificação de lote e controlo de processo forem retiradas do operador responsável pelo Comboio 2, ficando assim o valor da folga fixado em 1 hora, 12 minutos e 7 segundos por turno.

Foram também recolhidos dados relativos às horas de utilização dos empilhadores candidatos a serem suprimidos, representados na Tabela 4.6. Foi registado o número de horas de utilização de cada empilhador no início e no final do turno, onde a diferença representa o tempo de utilização durante o turno. Estas medições foram feitas, na sua totalidade, durante o segundo turno que labora entre as 8h e as 16h.

Tabela 4.6 - Dados relativos à utilização dos empilhadores

Meio Logístico	Turnos	Horas de utilização/turno	Tempo de uso do equipamento
Empilhador Lavação	3	3,64	49%
Empilhador Armazém 2ªEE	3	2,27	30%
Empilhador Deslenhar	3	4,99	67%

4.2. Identificação de possíveis soluções

Depois da análise dos dados recolhidos verificou-se que o Comboio 2 teria folga suficiente para lhe serem alocadas novas tarefas assim que lhe fossem retiradas as operações desnecessárias que executa. Essas novas tarefas seriam originadas pela mudança a fazer na 3ª EE, que exigiria um novo método de transporte das produções do setor. As movimentações da 3ª EE para o setor da embalagem são feitas manualmente, os operadores da 3ª EE depositam os cestos cheios no espaço central do pavilhão onde se situam os dois setores e posteriormente as rolhas são puxadas pela embalagem para passarem nas contadeiras e embalamem em sacos de ráfia com capacidade de 5 ML, que depois são devidamente colocados em paletes e enviados para a expedição. A Figura 4.11 representa o *layout* do pavilhão de escolha com a identificação do posicionamento de cada setor bem como do espaço utilizado para o depósito dos cestos com as produções da 3ª EE e a Figura 4.12 o mesmo espaço em vista real. Com vista a melhorar o fluxo de produção, o embalamento poderia ser integrado nas máquinas de escolha eletrónica, sendo que à saída de cada máquina iriam deixar de estar cestos e passariam a estar sacos de ráfia, de maneira a que após a 3ª EE fosse só necessário retirar o saco, coser e colocá-lo numa paleta. Desta forma diminuir-se-ia a utilização de cestos plásticos e retirar-se-ia a fase do processo em que as rolhas passariam pela contadeira e só depois seriam colocadas nos sacos de ráfia e posteriormente em paletes.



Legenda:

- 1 – 3ª EE
- 2 – Zona de descarga das produções da 3ª EE
- 3 – Contadeiras

Figura 4.11 - Layout do pavilhão onde se situam a 3ª EE e a Contadeiras



Figura 4.12 - Pavilhão de Escolha

Como foi dito, com as mudanças a efetuar nas máquinas de 3ª EE, o transporte das paletes de sacos para o monta-cargas, que as levará até à expedição, poderia ser feito pelo *Mizusumashi*. A folga existente na operação do Comboio 2 permitiria que lhe fosse alocada essa tarefa, o que implicaria uma mudança nas paragens de cada comboio logístico, visto que o facto do Comboio 2 vir ao pavilhão da escolha executar essa tarefa permitiria fazer um aproveitamento dessa movimentação, alocando o transporte das produções dos setores da 2ª EE e das Importações às suas tarefas, e o descaio resultante da 3ª EE. Consequentemente, o espaço central do pavilhão de escolha ficaria desocupado e serviria para depositar as produções da 2ª EE, que neste momento são colocadas numa zona lateral ao setor de maneira ao Comboio 1 recolher os cestos e seguir para os AM I. Esta mudança de localização deve-se ao facto de o Comboio 2 não passar nos AM I depois de recolher as produções da 2ª EE, evitando assim movimentações excessivas por parte do *Mizusumashi*. Na Figura 4.13 está identificado o local inicial e futuro de depósito das produções da 2ª EE.

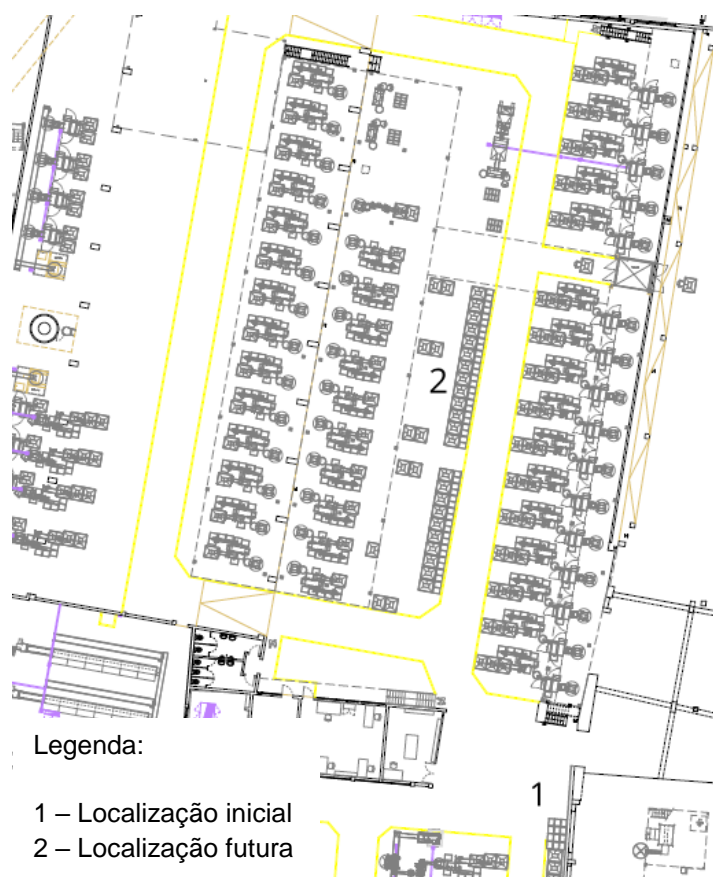


Figura 4.13 - Locais de depósito das produções da 2ª EE

Posteriormente fizeram-se cálculos de modo a perceber se esta redistribuição dos setores pelos comboios logísticos seria viável. Assim, ter-se-ia uma distribuição das produções dos setores pelos dois comboios com algumas alterações relativamente ao estado inicial:

Comboio 1	Comboio 2
Deslenhar	Lavação 0
Super ROSA	Lavação -1
Acabamentos Mecânicos I	ROSA Evolution ®
Acabamentos Mecânicos II	2ª EE
	3ª EE
	EE Importações

4.2.1. Normalização

Como referido anteriormente, o facto de a cortiça ser um produto natural faz com que não se possa cometer o erro de pensar que uma quantidade fixa de uma determinada qualidade de matéria-prima daria uma quantidade fixa de rolhas de uma determinada qualidade. Porém, é possível fazer uma previsão da percentagem de rolhas defeituosas e da proporção de rolhas de cada uma das classes industriais originárias de uma determinada qualidade de matéria-prima, bem como da proporção de rolhas de cada classe comercial originárias de cada classe industrial. Ou seja, é possível calcular o número de cestos produzidos de cada classe, industrial ou comercial, por unidade de tempo nos vários setores do processo. Estes cálculos têm como objetivo a normalização do trabalho feito pelos dois comboios logísticos, bem como a determinação da frequência com que estes deverão realizar essas mesmas tarefas.

Na Tabela 4.7 estão representadas as produções *standard*, em milheiros por hora (ML/h), de cada setor inicialmente abrangido pelo Comboio 1.

Tabela 4.7 - Produções *standard* dos setores inicialmente do Comboio 1

Produção		
Setor	ML/h	Nº máquinas
Deslenhar	229,320	18,00
Brocas a pedal	11,600	18,00
AM I	151,962	14,00
2ª EE	144,486	17,00
EE Importações	84,224	12,00
AM II	115,136	14,00
AM II como I	21,709	2,00
3ª EE	198,881	24,00

O setor denominado de “AM II como I” representa duas linhas de produção dos AM I que, devido à falta de espaço no setor, serão colocadas no setor AM II. No caso dos setores deslenhar, brocas a pedal, AM I e 2ª EE foi necessário compreender o planeamento *standard* feito, tendo assim conhecimento dos produtos que cada máquina trabalha, uma vez que o calibre da rolha tem influência direta no número de cestos produzidos porque, como referido anteriormente, a capacidade dos cestos, metálicos e plásticos, varia consoante o calibre das rolhas que neles são depositadas (Tabela 4.1).

É no setor de deslenhar e das brocas a pedal que é inserido o *Mizusumashi* pela primeira vez, fazendo o transporte das rolhas produzidas nestes setores para o Super ROSA. Posto isto, foi necessário também fazer uma estimativa de quantos cestos são produzidos por unidade de tempo, de acordo com o planeamento *standard* feito para estes dois setores (Tabela 4.8).

Tabela 4.8 - Planeamento e produção *standard* do Deslenhar e Brocas a Pedal

Brocas pedal				
Calibre	Nº máquinas	ML/h	Cestos/h	Cestos/turno
45x24	7	4,511	0,150	1,13
49x24	8	5,156	0,191	1,43
Cal. Especial	3	1,933	0,097	0,73
Deslenhar				
Calibre	Nº máquinas	ML/h	Cestos/h	Cestos/turno
45x24	6	76,440	2,55	19,11
49x24	4	50,960	1,89	14,16
45/49x26	4	50,960	2,12	15,93
49x26	2	25,480	1,11	8,31
45x26	2	25,480	1,02	7,64

Na Tabela 4.9 está representado o planeamento geral feito para os AM I, sendo que cinco das máquinas não trabalham um calibre fixo, ou seja, foi utilizada uma capacidade média para calcular o número de cestos produzidos por unidade de tempo. Depois de saber como são distribuídos os calibres pelas máquinas dos AM I foi feita então a distribuição das classes industriais, como mostra a Tabela 4.10.

Tabela 4.9 - Planeamento *standard* AM I

AM I		
Calibre	Nº máquinas	ML/h
45x24	4	43,418
49x24	3	32,563
45x26	1	10,854
49x26	1	10,854
Variável	5	54,272

Tabela 4.10 - Distribuição de classes industriais AM I

Cestos/turno					
Classe/Calibre	45x24	49x24	45x26	49x26	Variável
AA	0,952	2,691	0,468	1,718	3,901
A	4,393	3,176	1,169	0,924	5,303
B	2,211	1,613	0,806	0,737	3,218
C	2,812	0,997	0,619	0,000	2,137
Repasse	0,000	0,195	0,066	0,086	0,311
Apara	0,486	0,373	0,128	0,073	0,636

Também no setor da 2ª EE foi feita uma estimativa semelhante, de acordo com aquilo que é o planeamento *standard* do setor (Tabela 4.11), calculando a produção de cada classe comercial proveniente das classes industriais, como demonstrado na Tabela 4.12.

Tabela 4.11 - Planeamento *standard* 2ª EE

2ª EE			
Calibre	Classe	Nº máquinas	ML/h
45x24	AA	2,00	16,998
	A	4,00	33,997
49x24	AA	2,00	16,998
	A	2,00	16,998
	B	2,00	16,998
45x26	AA	-	-
	A	2,00	16,998
49x26	AA	2,00	16,998
	A	1,00	8,499

Tabela 4.12 - Distribuição de classes comerciais 2ª EE

Cestos/turno								
Calibre	45x24		49x24			45x26	49x26	
CI Industrial/CI Comercial	AA	A	AA	A	B	A	AA	A
Flôr	0,624	-	0,685	-	-	-	0,719	-
Extra	1,675	0,105	2,093	0,165	-	0,052	1,645	0,055
Superior	1,232	1,736	1,093	1,098	-	1,122	1,337	0,467
1º	0,382	1,958	0,471	1,367	0,453	1,509	1,163	0,622
2º	0,258	1,896	0,284	0,819	0,634	1,309	0,486	0,762
3º	-	2,519	-	1,129	1,040	0,814	-	0,680
4º	-	-	-	-	1,831	-	-	-
5º	-	-	-	-	0,011	-	-	-

No setor das importações, apenas são movimentados pelo *Mizusumashi* cerca de 50 a 60% dos seus consumos, sendo que o resto irá para a aparta, o que se traduz num volume de

cerca de 14 cestos por turno, como mostra a Tabela 4.13. Neste setor o destino das rolhas é a lavação, o que implica que o transporte só poderá ser feito quando houver três cestos do mesmo artigo para lavar, de maneira a abastecer as máquinas com um mínimo de 60 ML.

Tabela 4.13 - Produções *standard* setor das importações

EE Importações				
Calibre	Nº máquinas	ML/h	Cestos/h	Cestos/turno
Variável	12,00	50,534	1,93	14,44

A Tabela 4.14 representa as produções *standard* no setor dos AM II e a Tabela 4.15 a distribuição das classes industriais das máquinas dos AM I situadas nos AM II. Uma vez que o calibre trabalhado nestas máquinas não é fixo, tal como no setor EE Importações, para os cálculos dos cestos por unidade de tempo foi utilizada a capacidade média dos calibres existentes. Para a distribuição das classes industriais nas duas máquinas a trabalhar como AM I foi utilizada a média das percentagens de cada classe industrial dos vários calibres existentes.

Tabela 4.14 - Produção *standard* AM II

AM II				
Calibre	Nº Máquinas	ML/h	Cestos/h	Cestos/turno
Variável	14,00	115,136	5,76	43,18

Tabela 4.15 - Distribuição de classes industriais AM II como I

AM II como I	
Classe	Cestos/turno
AA	1,560
A	2,121
B	1,287
C	0,855
Repasse	0,125
Apara	0,254

No caso particular da 3ª EE os cálculos foram feitos em paletes e em cestos. Em paletes porque a embalagem será feita diretamente para sacos de rafia, com capacidade para 5 ML, à saída das máquinas de 3ª EE e posteriormente transportada pelo Comboio 2 para o monta-cargas. Cada palete tem capacidade para 7 sacos de 5 ML cada. Os cálculos em cestos foram necessários porque na 3ª EE só 70% da produção é embalada como classe em sacos de rafia, sendo que dos restantes 30%, 5% representam defeitos e 25% representam o descaio. Esses 25% de descaio são depositados em cestos verdes, de dimensões mais pequenas que os cestos plásticos, que depois são vazados para um cesto plástico que se situa na frente da máquina, ao lado do cesto onde são depositadas as rolhas da classe a escolher, e quando estiver cheio é transportado também pelo Comboio 2 para o supermercado. Todos estes dados estão apresentados na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 - Produções *standard* do setor 3ª EE

3ª EE					
Tipo	Nº máquinas	ML/h	Sacos/h	Paletes/h	Paletes/turno
Produzido	24,00	139,217	27,843	4,641	34,804
Tipo	Nº máquinas	ML/h	Cestos/h	Cestos/turno	
Descaio	24,00	49,720	1,894	14,206	

Tal como feito nos setores que originalmente eram abrangidos pelo Comboio 1, também foi calculado o número de cestos produzidos por unidade de tempo no setor da lavação. Na Tabela 4.17 é possível observar as produções de cada conjunto de máquinas bem como a sua localização dentro do setor.

Tabela 4.17 - Produções *standard* lavação

Máquinas 11 e 12				
Nº máquinas	ML/h	Cestos/h	Cestos/turno	Localização
2,00	16,566	0,83	6,21	Lavação 0
Máquinas 23-25				
Nº máquinas	ML/h	Cestos/h	Cestos/turno	Localização
3,00	108,000	5,40	40,50	Lavação 0
Máquinas 7-10				
Nº máquinas	ML/h	Cestos/h	Cestos/turno	Localização
4,00	38,985	1,95	14,62	Lavação 0
Máquinas 1-6 e 13-17				
Nº máquinas	ML/h	Cestos/h	Cestos/turno	Localização
11,00	107,208	5,36	40,20	Lavação -1

Sabendo que ambos os *Mizusumashis* têm uma capacidade de cinco cestos plásticos ou seis metálicos, e tendo os dados das produções de cada setor, foi possível determinar o tempo que cada setor necessita para produzir cestos suficientes para os comboios logísticos transportarem. Neste caso calculou-se o tempo necessário para que cada setor produzisse cinco cestos, seis no caso do deslenhar e brocas a pedal, de modo a rentabilizar ao máximo cada viagem dos *Mizusumashis*, utilizando a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Minutos por turno} \times \text{Máximo de cestos por viagem}}{\text{Produção (cestos por turno)}}$$

Com estes tempos foi possível determinar a frequência máxima que cada ciclo poderia ter para satisfazer as necessidades dos diversos setores, sendo esta frequência máxima de cada ciclo ditada pelo setor que produz os cestos necessários mais rapidamente. A Tabela 4.18 mostra os tempos dos setores pertencentes ao ciclo do Comboio 1 e a Tabela 4.19 dos setores que são abrangidos pelo Comboio 2.

Tabela 4.18 - Frequência necessária nos setores do Comboio 1

Setor	Frequência necessária
Brocas + Deslenhar	00:51:27
AM I	00:56:28
AM II	00:52:07
AM II como I	06:26:21

Tabela 4.19 - Frequência necessária nos setores do Comboio 2

Setor	Frequência necessária
Lavação 0	00:36:41
Lavação -1	00:55:58
3ª EE	???
2ª EE	00:58:44
EE Importações	02:35:50

As tabelas acima demonstram que o setor crítico para o Comboio 1 está nas brocas e deslenhar, e para o Comboio 2 na Lavação 0. Quer isto dizer então que o Comboio 1 teria um tempo máximo de ciclo de 51 minutos e 27 segundos e o Comboio 2 de 36 minutos e 41 segundos. Decidiu-se que o setor da 3ª EE não seria considerado para ditar a frequência de ciclo do Comboio 2, uma vez que a prioridade deste meio logístico passa por garantir o fluxo de material entre a lavação e as estufas ROSA Evolution®.

Após o cálculo dos tempos de ciclo de cada *Mizusumashi* foi possível calcular o número de cestos produzidos por tempo de ciclo, através da seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Produção por hora} \times \text{Tempo de ciclo (em minutos)}}{60}$$

A produção, em cestos por tempo de ciclo, está representada na Tabela 4.20 para o Comboio 1 e na Tabela 4.21 para o Comboio 2.

Tabela 4.20 - Produção por tempo de ciclo Comboio 1

Cestos por frequência necessária			
Brocas + Deslenhar	AM I	AM II	AM II como I
6,00	3,49	3,79	0,51

Tabela 4.21 - Produção por tempo de ciclo Comboio 2

Cestos por freq necessária pavilhão escolha			Cestos por freq necessária lavação		Paletes por freq necessária
2ª EE	Importações	3ª EE Descaio	Lavação 0	Lavação -1	3ª EE
3,12	1,18	1,16	5,00	3,28	2,84

Através destes cálculos foi possível normalizar o trabalho feito pelos dois comboios logísticos, de acordo com a nova distribuição dos setores pelos comboios logísticos.

O Comboio 1 começa o seu ciclo no setor das brocas e deslenhar, só com a locomotiva, onde carrega um mínimo de quatro cestos metálicos e transporta-os para o Super ROSA, de onde traz também cestos para abastecer os AM I. De seguida as carruagens, que deverão estar com cestos vazios no início de cada turno, são atreladas à locomotiva e são carregados cestos dos AM I que podem ter como destino as importações, o armazém de 2ª EE, a lavação ou os AM II. Depois de descarregar as cargas em trânsito nos destinos corretos o operador carrega as carruagens de embalagens vazias e vai aos AM II onde terá não só as produções do setor, mas também as produções das duas máquinas dos AM I localizadas nos AM II para transportar para os respetivos destinos. Os dois *Mizusumashis* têm de cumprir uma regra que diz que por cada cesto cheio que seja carregado num setor, deve ser deixado um cesto vazio. A representação da rota deste meio logístico está dividida em duas figuras, uma vez que se fosse colocada toda a rota numa só figura iria haver sobreposição de linhas, o que poderia dificultar a sua compreensão. Sendo assim, a Figura 4.14 representa a primeira fase da rota do Comboio 1 e a Figura 4.15 a segunda, sendo que fica perceptível na norma presente no Anexo D que, ao contrário do estado inicial, foi possível colocar toda a rota do Comboio 1 numa só norma.

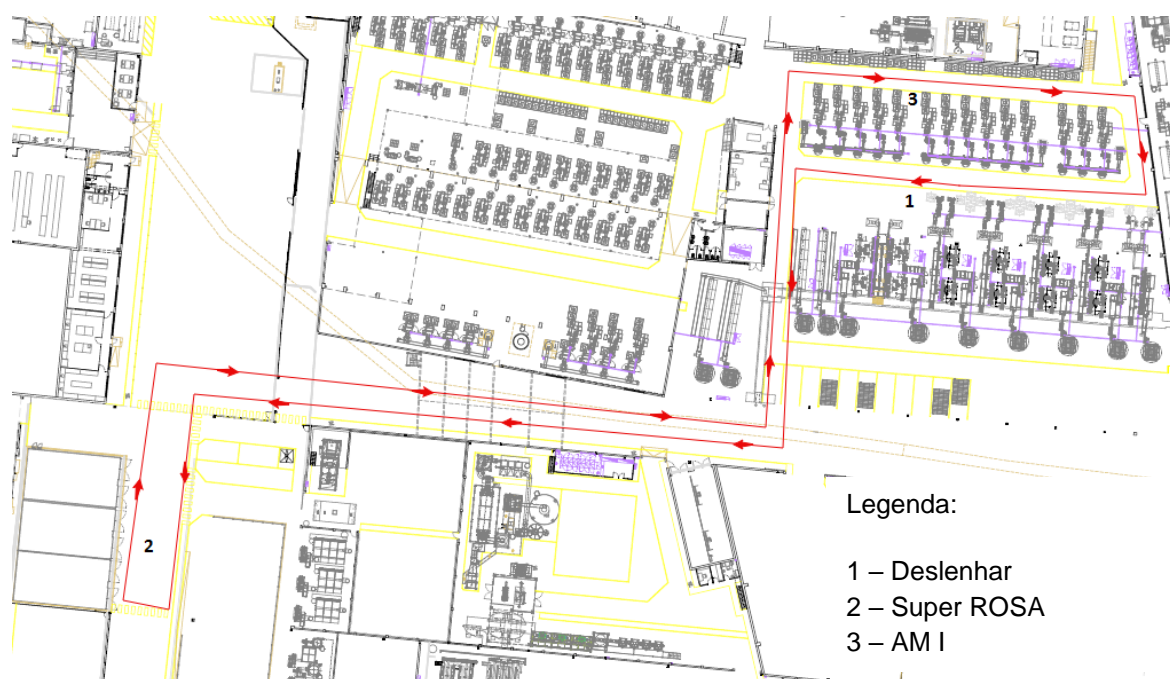


Figura 4.14 – Primeira fase da nova rota do Comboio 1

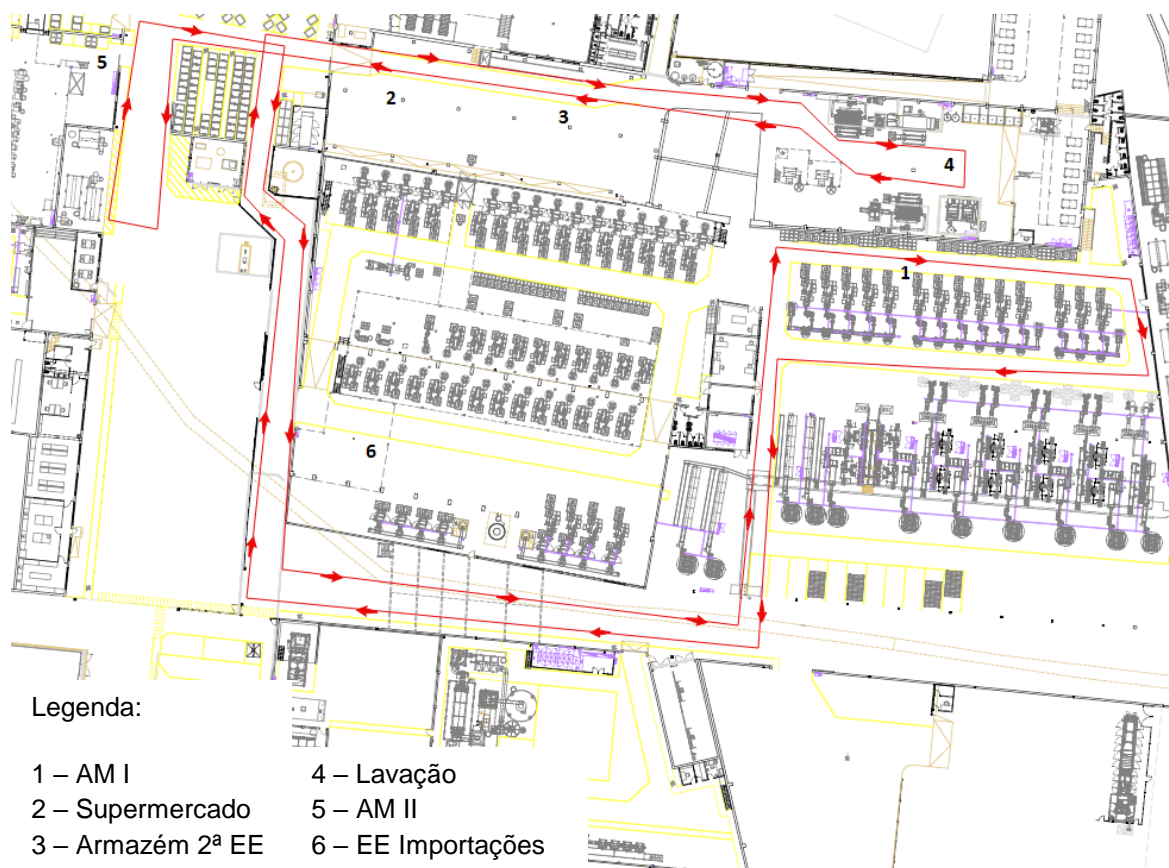


Figura 4.15 - Segunda fase da nova rota do Comboio 1

O Comboio 2 continua a fazer o ciclo das estufas e da lavação e a essas tarefas acrescem as de transportar as paletes da 3ª EE para o monta-cargas, as produções da 2ª EE e importações, e os cestos de descaio da 3ª EE para os seus destinos. As tarefas desnecessárias feitas anteriormente pelo operador deste meio logístico foram alocadas a outros operadores. A identificação dos lotes a transportar para as estufas ROSA Evolution® passou a ser feita pelos operadores da lavação, o controlo de processo à entrada das estufas passou a ser feito pelos operadores das estufas e o transporte dos químicos e materiais necessários para o setor da lavação ficou ao encargo do operador que realiza o *picking* para o abastecimento das máquinas do setor da lavação. Na Figura 4.16 está representada a rota do Comboio 2, que fará a rota inicial com o acréscimo da ida ao pavilhão da escolha para o transporte das produções da 3ª EE, 2ª EE e Importações. A norma para esta rota encontra-se no Anexo E.

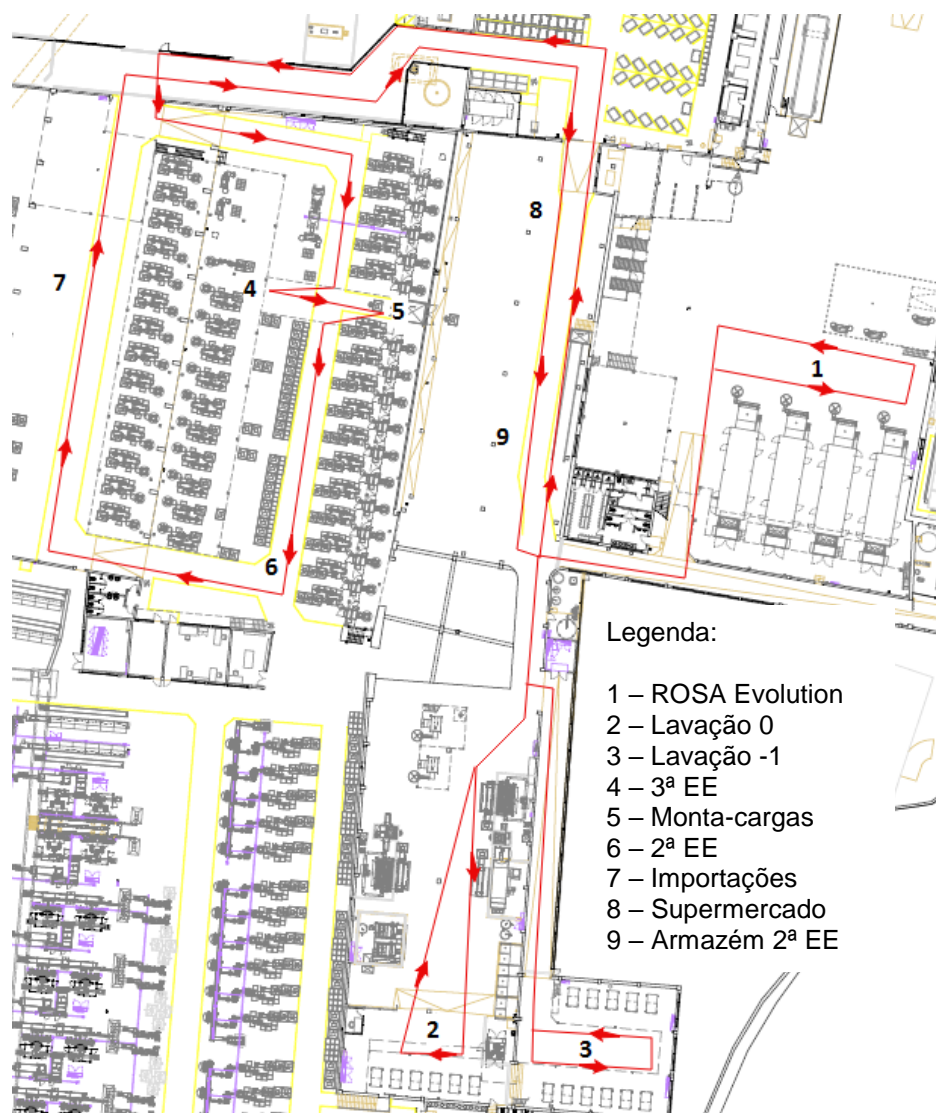


Figura 4.16 – Rota futura para o Comboio 2

Terminados estes cálculos, os dois comboios têm agora uma rota bem definida, acompanhada da respetiva norma que deve ser seguida por todos os operadores.

4.2.2. Organização do Supermercado

Para o funcionamento de um bom fluxo de logística interna tem de haver uma boa organização do supermercado. Para tal, foram feitas alterações na disposição das boxes destinadas a cada conjunto de artigos, no supermercado. O supermercado da UI está situado junto à plataforma de entrada para a 2ª EE, ou seja, o espaço é partilhado com o armazém de entrada de 2ª EE. Estas alterações surgem com a necessidade de um espaço para contentores vazios e de uma zona para o comboio fazer a descarga no supermercado, distinta da que se destina ao armazém de 2ª EE. Uma vez que não há a possibilidade de aumentar o espaço destinado ao supermercado, foi necessário fazer uma reorganização do mesmo. Para isso foram feitas marcações no chão de acordo com a organização determinada pelo responsável de produção.

Inicialmente o supermercado estava dividido conforme mostra a Figura 4.17, com a legenda na Tabela 4.22.

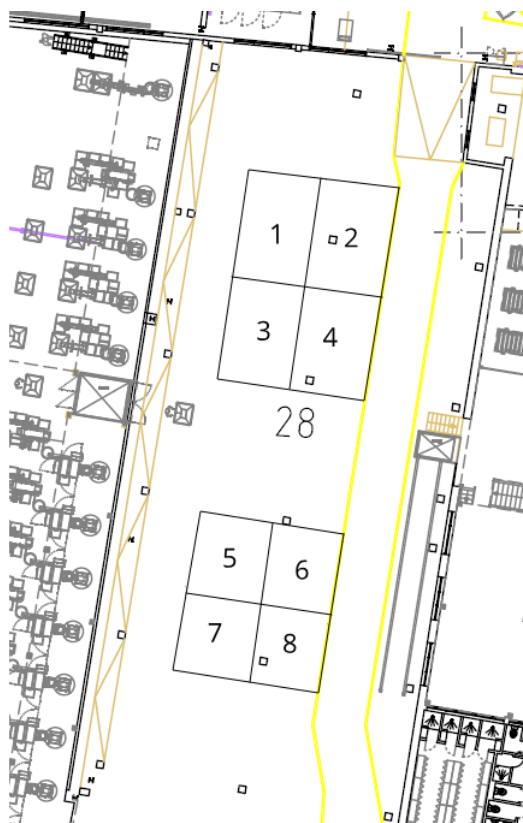


Figura 4.17 - Layout inicial do supermercado

Tabela 4.22 - Legenda da Figura 4.17

Número	Calibre	OF	Classe
1	49x24	600	Flôr -> 1º
2	45x24	600	Flôr -> 3º
3	49x24	100	Flôr -> 3º
4	45x24	100	Flôr -> 3º
5	45x26	600	Flôr -> 3º
6	45x26	100	Flôr -> 3º
7	49x26	600	Flôr -> 3º
8	49x26	100	Flôr -> 3º

Inicialmente, no supermercado existia uma passagem junto à rampa de acesso que permitia a entrada e saída de empilhadores para fazerem o *picking* para a lavação. O espaço central existente entre as boxes do supermercado era para depositar os lotes para entrar para a plataforma da 3ª EE, plataforma essa que está organizada de modo a que exista um espaço por máquina destinado à localização de dois cestos ou paletes do lote que está a ser processado. A

ligar a plataforma de entrada da 3ª EE e o supermercado existe uma ponte, sendo que é por lá que o operador responsável pela alimentação da 3ª EE transporta os lotes quando tem necessidade. Todo o espaço abaixo das boxes 7 e 8 era utilizado como armazém de entrada para a 2ª EE, espaço que foi reduzido depois das alterações feitas ao supermercado. Cada box representada na Figura 3.23 está dividida em seis filas, orientadas na vertical, em relação à posição da figura, cada uma delas representando uma classe comercial (Flôr, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º). Nesta fase, os produtos de calibre 54x24 e 54x26 tinham um espaço destinado que não estava junto do restante supermercado. Isto devia-se ao facto de o volume desses artigos não ser grande, sendo que essas rolhas eram colocadas mais perto do setor da lavação. Nesta fase não havia um espaço bem definido para as rolhas com OF (ordem de fabrico) 608, que representam lotes do Super ROSA rejeitados por TCA, sendo que eram depositadas junto à rampa de acesso ao supermercado ou junto à parede depois da linha amarela que representa a passagem para peões, assim como as rolhas de classe industrial B provenientes da lavação. A OF 600 representa rolhas de produção interna e a 100 rolhas de compra.

As alterações fizeram rodar a orientação das filas de algumas das boxes, para poder ganhar espaço para colocar uma box com duas filas para rolhas de classe industrial B, que têm na sua rota a lavação antes da EE, e para criar uma box de entrada para duas máquinas de 2ª EE que trabalham sempre o mesmo artigo, neste caso rolhas de classe industrial A e calibre 45x24. Foi definido também um espaço para as rolhas de OF 608 e para os calibres 54x24 e 54x26, junto dos outros produtos em supermercado. Para isso deixou de existir a passagem para o empilhador junto à rampa, mas passou a existir uma passagem junto às boxes de entrada para a 3ª EE e um corredor ao longo das boxes com o objetivo de permitir a sua passagem para retirar ou colocar cestos no supermercado. A Figura 4.18 mostra o *layout* do supermercado após as marcações feitas, onde as setas a tracejado representam a orientação das filas de cada box. Com a rotação das boxes, à entrada do supermercado passou-se a ter as filas orientadas de maneira a que seja possível colocar menos um cesto por fila/classe no supermercado, ganhando espaço para criar uma fila para o *Mizusumashi* efetuar a descarga, estando esta situada ao longo das boxes 2 e 3, tendo capacidade para dez cestos.



Figura 4.18 - Layout do supermercado após novas marcações

A Tabela 4.23, na página seguinte, representa a legenda necessária à compreensão das marcações.

Tabela 4.23 - Legenda da Figura 4.18

Número	Calibre	OF	Classe
1	Sobras	608	-
2	49x24	600	De Flôr a 3º
3	45x24	600	De Flôr a 3º
4	45x24	608	De Flôr a 3º
5	Box de entrada para a 3ª EE		
6	45x24	100	De Flôr a 3º
7	45x26	600	De Flôr a 3º
8	49x24	100	De Flôr a 3º
9	49x26	600	De Flôr a 1º
10	54x24	600	De Flôr a 3º
11	54x26	600	De Flôr a 3º
12	Box para cestos vazios vindos da Lavação		
13	49x24/45x24	-	B
14	45x24	-	A

4.3. Implementação das soluções

Depois de todos os cálculos feitos e das rotas definidas chegou o momento de transmitir essa informação aos operadores que iriam lidar diretamente com estas alterações, sendo eles os operadores dos *Mizusumashis*, que sofreram mudanças no seu modo de operar, e os chefes de equipa da Lavação, uma vez que foram feitas alterações nas pessoas que fazem o controlo de processo nas estufas, a identificação dos lotes à saída das máquinas de lavar e o transporte dos químicos e materiais necessários para o setor. Realizou-se uma reunião na qual foram explicadas as alterações feitas nas rotas de ambos os comboios e esclarecidas as dúvidas levantadas por parte dos operadores. Esta reunião teve o objetivo de clarificar aquilo que era pretendido de cada comboio logístico e garantir que todos os operadores ficariam a compreender a norma que lhes foi entregue.

Nem todas as mudanças foram possíveis de implementar, uma vez que ainda não se deram as alterações mecânicas nas máquinas de 3ª EE, ou seja, as rolhas depois de passarem nas máquinas de 3ª EE ainda são depositadas em cestos e puxadas pela embalagem como na situação inicial. Esta medida libertaria imediatamente 24 cestos plásticos, tantos quantos os que estariam a receber as produções de cada máquina da 3ª EE, o que iria melhorar significativamente o fluxo de embalagens vazias. Este contratempo teve impacto na norma criada para o Comboio 2, que foi seguida tal como estava feita, exceto as tarefas 7 e 8 que se referem à recolha de paletes na 3ª EE e ao seu depósito no monta cargas, respetivamente. Além disso, não foi possível alterar a localização das produções de 2ª EE para o espaço central do pavilhão, o que fez com que o Comboio 2 não pudesse fazer o seu trajeto por esse local, uma vez que ainda são depositadas aí as produções da 3ª EE em três filas, como é visível na Figura 4.12. Até as mudanças serem

consumadas o trajeto do Comboio 2 não será feito como esperado (Figura 4.16), mas sim como está representado na Figura 4.19.

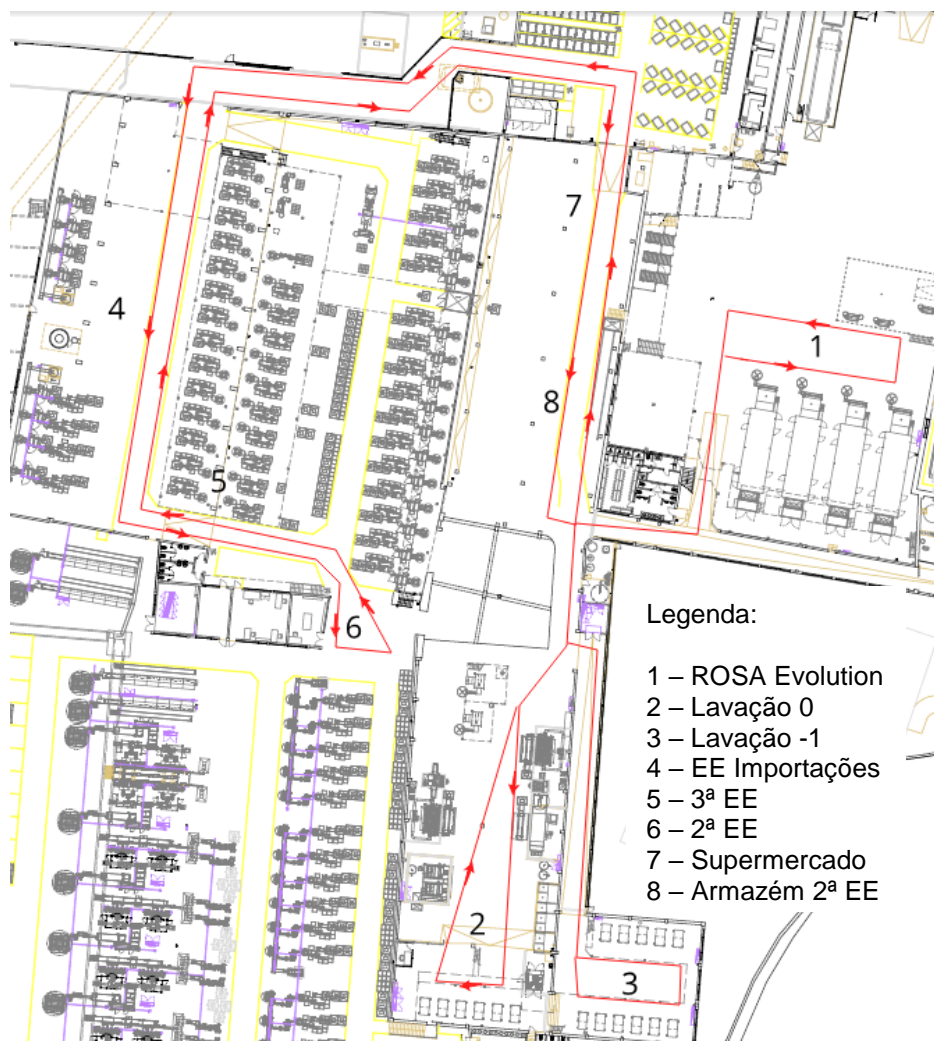


Figura 4.19 - Rota atual do Comboio 2

A existência de máquinas a produzir para sacos de ráfia durante o processo produtivo, como no Deslenhar, também não permitiu que as implementações fossem feitas na sua totalidade, uma vez que implica o auxílio de empilhadores para o transporte das paletes de sacos.

Neste capítulo foi descrito o estado inicial do projeto, as possíveis soluções para a resolução do desafio e também o modo como foram implementadas essas medidas. No capítulo seguinte será feita uma análise relativa aos resultados obtidos depois de verificadas as soluções implementadas.

Capítulo 5 – Análise de resultados

O presente capítulo apresenta os resultados provenientes das implementações feitas, um comparativo entre o estado inicial e o estado final e ainda uma previsão dos resultados a alcançar quando forem consumadas as alterações no modo de embalagem das rolhas à saída da 3ª EE.

5.1. Verificação e análise das soluções

Esta etapa passou por verificar o cumprimento das implementações e mudanças efetuadas. Para isso fez-se um acompanhamento no *gamba*, onde foram feitas novas medições de tempos, como no estado inicial, de maneira a verificar se as rotas de ambos os comboios estariam a ser cumpridas dentro do tempo limite definido para cada um. Este acompanhamento foi feito em dois turnos diferentes, de modo a garantir que os operadores compreendessem as suas tarefas e tivessem a formação para as realizar, visto que os operadores do Comboio 2 até estas implementações não tinham necessidade de trabalhar em MES.

Numa primeira fase foi acompanhado o Comboio 2, pelo facto de ter sido aquele que mais mudou a sua forma de operar. Inicialmente foi dada a formação necessária para que os operadores fossem capazes de realizar movimentações no MES, posteriormente foi colocada em prática a norma para o estado atual deste meio logístico. Das medições feitas foi possível constatar que, para o estado atual, o *Mizusumashi* em causa é capaz de cumprir a rota definida dentro do tempo de ciclo máximo, ditado pelo setor da lavação. O tempo de ciclo médio registado nas observações foi de 31 minutos e 52 segundos, provando assim que é possível de realizar a rota definida para o Comboio 2 dentro do limite de tempo ditado pelos cálculos feitos anteriormente, que foi 36 minutos e 41 segundos. Contudo, sendo o setor da lavação um setor em que o fluxo de produção não é constante, poderá haver momentos em que sejam necessárias mais viagens do que as previstas entre o setor e as estufas. As medições realizadas já têm em conta esses acontecimentos, sendo que nesses casos o Comboio 2 realiza as movimentações necessárias entre a lavação e as estufas ROSA Evolution® e só depois se desloca ao pavilhão da escolha para realizar o resto das movimentações pelas quais é responsável.

Posteriormente foi acompanhado o Comboio 1, onde se verificou um tempo médio de ciclo de 26 minutos e 52 segundos, que é significativamente menor que 51 minutos e 27 segundos. Este resultado já era expectável, uma vez que nem sempre existem cargas nos AM II para serem transportadas e de momento ainda existem algumas máquinas dos setores Deslenhar e AM I a depositar as suas produções em sacos de ráfia, sendo esses sacos transportados com o auxílio do empilhador presente no setor Deslenhar. Assim, é possível ao Comboio 1 auxiliar o Comboio 2 no transporte das produções da 2ª EE enquanto as alterações mecânicas na 3ª EE não forem feitas e o corredor central do pavilhão estiver ocupado.

5.2. Situação inicial *versus* final

No início do projeto, o trabalho feito pelos *Mizusumashis* não se encontrava normalizado, o que por si só já seria razão suficiente para ser feita uma análise aos processos de logística interna. Para além desse facto, havia ainda a agravante do aumento de produção e do parque de máquinas, e a conseqüente necessidade de manter o fluxo de materiais ao longo do processo produtivo. A Tabela 5.1 representa a comparação da distribuição das produções dos setores pelos dois *Mizusumashis* no início e no final do projeto.

Tabela 5.1 - Comparativo da distribuição inicial e final dos setores pelos comboios logísticos

Distribuição inicial		Distribuição final	
Comboio 1	Comboio 2	Comboio 1	Comboio 2
Deslenhar Super ROSA Acabamentos Mecânicos I 2ª EE/3ª EE EE Importações Acabamentos Mecânicos II	Lavação 0 Lavação -1 ROSA Evolution ®	Deslenhar Super ROSA Acabamentos Mecânicos I Acabamentos Mecânicos II 2ª EE	Lavação 0 Lavação -1 ROSA Evolution ® 3ª EE EE Importações

Estas mudanças deveram-se não só ao aumento de produção, mas também às mudanças a efetuar nas máquinas de 3ª EE, que iriam passar a depositar as rolhas da classe a escolher diretamente em sacos de rafia que posteriormente seriam cosidos e colocados em paletes, para serem transportadas para o monta cargas pelo *Mizusumashi*. De notar que, no futuro, depois das implementações nas máquinas de 3ª EE, as produções da 2ª EE passariam a ser depositadas no espaço central do pavilhão onde os setores de encontram e transportadas pelo Comboio 2

Outro dos objetivos do projeto passaria pela eliminação de alguns meios de logística interna, não só pelo gasto que representam, tanto em termos monetários como em tempo de operação, mas também por razões de segurança, uma vez que a remoção destes empilhadores reduziria o risco de acidentes dentro da UI. Na Tabela 5.2 estão identificados os empilhadores que se ambicionavam eliminar, sendo que o do armazém de 2ª EE é o único indispensável de momento, uma vez que o elevado stock no setor exige que os cestos sejam empilhados dois a dois, de modo a aproveitar o espaço existente, com o auxílio desse mesmo empilhador. Quanto aos operadores associados aos empilhadores, só um deles é que seria dispensável, o do deslenhar, uma vez que a sua operação passa por movimentar paletes de sacos de rolhas entre o deslenhar, o Super ROSA e os AM I, e alimentar as máquinas dos AM I com esses mesmos sacos que transporta do Super ROSA. Partindo do pressuposto oque o custo anual com um operador seria de 14 mil euros, a poupança associada à eliminação dos meios logísticos seria de 42 mil euros anuais, relativos ao operador que se tornaria dispensável.

Tabela 5.2 - Dados relativos à supressão de empilhadores

Meio Logístico	Turnos	Empilhadores suprimidos	Operadores suprimidos	Poupança anual
Empilhador Lavação	3	1	0	0,00 €
Empilhador Armazém 2ªEE	3	0	0	0,00 €
Empilhador Deslenhar	3	1	1	42 000,00 €
TOTAL				42 000,00 €

Mais uma vez é necessário lembrar que estes empilhadores só seriam suprimidos se deixassem de existir movimentações de rolhas em paletes de sacos de rafia, exceto no caso da 3ª EE para o monta cargas. Até lá continuam todos a ser necessários, principalmente o do setor Deslenhar que é aquele que tem maior tempo de utilização por turno, mais uma vez devido à quantidade de máquinas de Deslenhar que produzem para sacos de rafia e não para cestos

metálicos, o que faz com que uma parte das máquinas dos AM I esteja a ser alimentada por rolhas em sacos de ráfia, que são transportadas também por este empilhador desde o Super ROSA.

A Tabela 5.3 representa, em síntese, uma comparação entre o cenário inicial e final do projeto.

Tabela 5.3 - Tabela síntese da situação inicial e final do projeto

Início do projeto	Final do projeto
Processos não padronizados	Normas de trabalho afixadas em todas as locomotivas
Inexistência de um espaço para o depósito de embalagens vazias	Foi criada uma fila para o depósito embalagens vazias junto à lavação
Inexistência de zona de depósito para o supermercado	Supermercado organizado e marcado de maneira a que exista uma fila para depositar cestos
Sobrecarga de trabalho no Comboio 1	Nivelamento do trabalho dos dois <i>Mizusumashis</i>
Inexistência do MES e registos eram feitos noutra plataforma	Operadores formados para trabalhar com MES, com a respetiva norma afixada nas locomotivas

Depois de feita a análise aos resultados obtidos e uma comparação entre o estado inicial e final do projeto, no próximo capítulo serão tiradas as suas conclusões e apresentadas propostas de desenvolvimentos futuros que poderão acompanhar o trabalho realizado até ao momento.

Capítulo 6 – Considerações finais

O desenvolvimento deste trabalho permitiu um aprofundamento dos conhecimentos relacionados com logística interna e ferramentas *lean*, bem como efetuar uma ponte de ligação entre a teoria estudada e a componente prática.

6.1. Críticas aos resultados obtidos

Como foi possível constatar no capítulo anterior, as soluções apresentadas são viáveis e possíveis de implementar, colmatando todas as necessidades iniciais. O primeiro objetivo do projeto passava por reestruturar os meios de logística interna de maneira a conseguir manter o fluxo de matérias de acordo com as necessidades do processo produtivo, o que foi garantido depois do nivelamento feito entre os dois *Mizusumashis*.

Outro dos objetivos do projeto era a extinção de alguns meios de logística interna, nomeadamente empilhadores. Este resultado não foi possível de alcançar, uma vez que, como já foi explicado acima, o facto de existirem máquinas a produzir para sacos não permite ao comboio transportar essas mesmas produções. Isto implica que exista ainda um auxílio por parte dos empilhadores para realizar o transporte de rolhas em paletes de sacos de rafia.

Por fim, o último objetivo passava por alocar a tarefa de transportar as produções da 3ª EE para o monta cargas depois das mudanças mecânicas a efetuar nas respetivas máquinas. Este ponto não foi possível de concluir, uma vez que as mudanças ainda não foram feitas. Contudo, no estudo feito já consta essa tarefa, que é alocada ao Comboio 2.

6.2. Propostas de trabalhos futuros

O primeiro passo após a conclusão deste projeto passa pela implementação das mudanças mecânicas nas máquinas de 3ª EE, para assim poder ser alocada ao Comboio 2 a tarefa do transporte das paletes de sacos de rafia desde a 3ª EE até ao monta cargas. Esta implementação irá auxiliar na resolução do problema da falta de embalagens, que dão origem a paragens de máquinas e, consequentemente, quebras de produção.

A uniformização dos encaixes dos cestos metálicos seria uma medida a implementar, visto que há dois tipos de cestos metálicos. O Comboio 1, que é aquele que transporta os cestos metálicos, é capaz de atrelar à locomotiva qualquer um dos dois tipos de cestos, mas não é possível atrelar dois cestos diferentes, visto que os encaixes não são compatíveis. Sendo assim, para fazer o transporte das produções do deslenhar e das brocas a pedal, enquanto existir empilhador no setor, os cestos são empilhados dois a dois de maneira a que aqueles que ficam na base tenham todos os mesmos encaixes e assim ser possível efetuar o transporte de todos. Num cenário em que o empilhador seja eliminado, a padronização dos encaixes dos cestos seria uma medida relevante, para assim ser possível atrelar diferentes tipos de cestos uns aos outros e transportá-los para o Super ROSA.

Um dos problemas verificados durante o acompanhamento inicial foi a demora na reparação das carruagens dos comboios logísticos. Ora, este contratempo pode comprometer todo o fluxo de logística interna necessário para o bom funcionamento da UI. Para contrariar este acontecimento poderiam ser criadas carruagens de substituição para os comboios logísticos, para serem utilizadas nas situações em que alguma carruagem necessite de manutenção. Assim, seria

possível ter ambos os *Mizusumashis* a operar sempre com cinco carruagens, mantendo assim o fluxo de logística interna desejado.

Depois destas implementações, existem condições para serem seguidas as normas feitas para o estado futuro dos dois *Mizusumashis*, presentes no Anexo D e no Anexo E.

6.3. Apreciação final

A oportunidade dada permitiu-me ganhar um conhecimento mais profundo acerca daquilo que é a realidade no *gemba*. Possibilitou-me um contacto muito direto com os operadores e com toda a equipa de produção, planeamento e controlo de processo, permitindo fazer a ligação entre toda a teoria estudada e a componente prática.

Além do conhecimento adquirido, este processo de estágio acartou também um crescimento pessoal e profissional enorme, adquirido do contacto com todas as pessoas dentro da organização.

7. Bibliografia


- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009>
- Barraza, M. F. S., Smith, T., & Dahlgaard-Park, S. M. (2009). Lean-kaizen public service: An empirical approach in Spanish local governments. *TQM Journal*, 21(2), 143–167. <https://doi.org/10.1108/17542730910938146>
- Beemsterboer, B., Land, M., & Teunter, R. (2015). Hybrid MTO-MTS production planning: An explorative study. *European Journal of Operational Research*, 248, 453–461. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.07.037>
- Brar, G. S., & Saini, G. (2011). Milk Run Logistics : Literature Review and Directions. *World Congress on Engineering*, 1. <https://doi.org/978-988-18210-6-5>
- Brown, M. G., & Graham, M. (1996). *Keeping score : using the right metrics to drive world-class performance*. Quality Resources. Retrieved from <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=572913>
- Canel, C., Rosen, D., & Anderson, E. A. (2000). Just-in-time is not just for manufacturing: A service perspective. *Industrial Management and Data Systems*, 100(2), 51–60. <https://doi.org/10.1108/02635570010286104>
- Coccia, M. (2016). The fishbone diagram to identify, systematize and analyze the sources of general purpose technologies (accessedn28). *Journal of Social and Administrative Sciences*, 3(4), 268–281. <https://doi.org/10.1453/jsas.v4i4.1518>
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in logistics and supply chains*. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.01.008>
- Corticeira Amorim, S.G.P.S., S. A. (2015). Corticeira Amorim. Retrieved December 13, 2018, from <https://www.amorim.com/>
- Corticeira Amorim, S.G.P.S., S. A. (2016). Amorim Cork. Retrieved December 13, 2018, from <https://www.amorimcork.com/pt/>
- Creswell, J. W., Hanson, W. E., Clark Plano, V. L., & Morales, A. (2007). Qualitative Research Designs: Selection and Implementation. *The Counseling Psychologist*, 35(2), 236–264. <https://doi.org/10.1177/0011000006287390>
- Daniel, B., Kumar, V., & Omar, N. (2018). Postgraduate conception of research methodology: implications for learning and teaching. *International Journal of Research and Method in Education*, 41(2), 220–236. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2017.1283397>
- Dudin, M. N., Frolova, E. E. evna, Gryzunova, N. V., & Shuvalova, E. B. (2014). The deming cycle (PDCA) concept as an efficient tool for continuous quality improvement in the agribusiness. *Asian Social Science*, 11(1), 239–246. <https://doi.org/10.5539/ass.v11n1p239>
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, 29(1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>
- Foss, N. J., Minbaeva, D. B., Pedersen, T., & Reinholt, M. (2009). Encouraging knowledge sharing among employees: How job design matters. *Human Resource Management*, 48(6), 871–893. <https://doi.org/10.1002/hrm.20320>
- Frandsen, A., Berghede, K., & Tommelein, I. D. (2014). Takt-Time Planning and the Last Planner. In *Proc. 22th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction* (Vol. 1, pp. 571–580).

- Harrison, A., & van Hoek, R. (2008). *Logistics Management and Strategy Competing through the supply chain Logistics Management and Strategy Competing through the supply chain 3rd edition*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Herron, C., & Braiden, P. M. (2006). A methodology for developing sustainable quantifiable productivity improvement in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 104(1), 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.10.004>
- Hirano, H. (1996). *5S for operators: 5 Pillars of the visual workplace (5S shido manual)*. Productivity Press. Retrieved from https://books.google.pt/books?hl=en&lr=&id=9ObvCcJsz1kC&oi=fnd&pg=PR9&dq=5+Pillars+of+the+Visual+Workplace&ots=tUntcvM0dB&sig=haVq1WU0cu7uUxX8QTuGFgkZHg4&redir_esc=y#v=onepage&q=5+Pillars+of+the+Visual+Workplace&f=false
- Iarovyi, S., Mohammed, W. M., Lobov, A., Ferrer, B. R., & Lastra, J. L. M. (2016). Cyber-Physical Systems for Open-Knowledge-Driven Manufacturing Execution Systems. *Proceedings of the IEEE*. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2015.2509498>
- Ilie, G., & Ciocoiu, C. N. (2010). Application of fishbone diagram to determine the risk of an event with multiple causes. *Management Research and Practice*, 2(1), 1–20. Retrieved from <http://mrp.ase.ro/no21/f1.pdf>
- Javadian Kootanaee, A., Babu, K. N., & Talari, H. (2013). *Just-In-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement*. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2253243>
- Juran, J. M., Godfrey, A. B., Hoogstoel, R. E., & Schilling, E. G. (1998). *Juran's Quality Handbook*. McGrawHill. <https://doi.org/10.1007/s00268-011-1084-9>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer Chapter 6 - The Toyota Way in Action: New Century, New Fuel, New Design Process Prius Part Two -The Business Principles of the Toyota Way Section I -Long-Term Philosophy*. Retrieved from [http://dspace.elib.ntt.edu.vn/dspace/bitstream/123456789/8118/1/The Toyota Way.pdf](http://dspace.elib.ntt.edu.vn/dspace/bitstream/123456789/8118/1/The+Toyota+Way.pdf)
- Lima, T. M., Dinis Gaspar, P., Santos, F. C., Zocca, R., Lima, T. M., Gaspar, P. D., & Charrua-Santos, F. (2019). Kaizen Approach for the Systematic Review of Occupational Safety and Health Procedures in Food Industries. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02053-8_110
- Malterud, K. (2001). Qualitative research: standards, challenges, and guidelines, 358(panel 2), 483–488.
- Martin, C. (2011). *Logistics & Supply Chain Management. Communications of the ACM* (Vol. 48). <https://doi.org/10.1007/s12146-007-0019-8>
- Martin, T., & Bell, J. (2011). *New Horizons in Standardized Work*. Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/b10507>
- Matzka, J., Di Mascolo, M., & Furmans, K. (2012). Buffer sizing of a Heijunka Kanban system. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(1), 49–60. <https://doi.org/10.1007/s10845-009-0317-3>
- McClellan, M. (1997). *Applying Manufacturing Execution Systems*. CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9781498714891>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Naufal, A., Jaffar, A., Yusoff, N., & Hayati, N. (2012). Development of kanban system at local manufacturing company in Malaysia-Case study. In *Procedia Engineering* (Vol. 41, pp. 1721–1726). <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.374>



- Nguyen, M. N., & Do, N. H. (2016). Re-engineering Assembly Line with Lean Techniques. In *Procedia CIRP* (Vol. 40, pp. 591–596). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.139>
- Nomura, J. &, & Takakuwa, S. (2006). OPTIMIZATION OF A NUMBER OF CONTAINERS FOR ASSEMBLY LINES: THE FIXED-COURSE PICK-UP SYSTEM. *Int j Simul Model*, 5, 155–166. [https://doi.org/10.2507/IJSIMM05\(4\)3.066](https://doi.org/10.2507/IJSIMM05(4)3.066)
- Olhager, J. (2010). The role of the customer order decoupling point in production and supply chain management. *Computers in Industry*, 61(9), 863–868. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.07.011>
- Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. In *Procedia CIRP* (Vol. 52, pp. 239–244). <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>
- Pietrzak, M., & Paliszkievicz, J. (2015). Framework of Strategic Learning: The pdca Cycle. *Management*, 10(2), 149–161. Retrieved from http://www.fm-kp.si/zalozba/ISSN/1854-4231/10_149-161.pdf
- Pinto, J. L. Q., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018). Lean Manufacturing and Kaizen (pp. 5–24). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77016-1_2
- Qing-Ling, D., Shu-Min, C., Lian-Liang, B., & Jun-Mo, C. (2008). Application of PDCA cycle in the performance management system. In *2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2008* (pp. 1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WiCom.2008.1682>
- Rabbani, M. J., Ahmad, F. M., Baladi, J., Khan, Y. A., & Naqvi, R. A. (2013). Modeling and simulation approach for an industrial manufacturing execution system. In *Proceedings - 2013 IEEE 3rd International Conference on System Engineering and Technology, ICSET 2013*. <https://doi.org/10.1109/ICSEngT.2013.6650137>
- Rocha, L. F., Moreira, A. P., & Azevedo, A. (2010). Flexible Internal Logistics Based on AGV System's: A Case Study. *IFAC Proceedings Volumes*, 43(17), 248–255. <https://doi.org/10.3182/20100908-3-PT-3007.00049>
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2014). The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the ... - Alan Rushton, Phil Croucher, Peter Baker - Google Books. Retrieved January 3, 2019, from https://books.google.pt/books?hl=en&lr=&id=39RZAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&dq=The+Handbook+of+Logistics+and+Distribution+Management&ots=nltKSLvXnc&sig=cYlrzFhKF2V6JUX-xX2b7SWf8iU&redir_esc=y#v=onepage&q=The+Handbook+of+Logistics+and+Distribution+Management&f=f
- Staab, T., Klenk, E., Galka, S., & Günthner, W. A. (2017). Efficiency in in-plant milk-run systems- The influence of routing strategies on system utilization and process stability. <https://doi.org/10.1057/jos.2015.6>
- Stevenson, W. J. (2005). *Operations management*. McGraw-Hill. Retrieved from https://books.google.pt/books/about/Operations_Management.html?id=M9FkNAEACAAJ&redir_esc=y
- TEAM, P. (2002). Standard Work for the Shopfloor. Retrieved from https://scholar.google.com/scholar?cluster=6799462288861950964&hl=en&as_sdt=2005&sciodt=0,5
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016, July 4). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>

- Watson, G. (2004). The Legacy Of Ishikawa. *Quality Progress*, 37(4), 54–57.
- Weber, A., & Thomas, R. (2005). *KEY PERFORMANCE INDICATORS Measuring and Managing the Maintenance Function*. Retrieved from www.ivara.com
- Williams, B. A. (2001). Standard Work – Lean Tools and Techniques. <https://doi.org/10.4271/2001-01-2598>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection. *Harvard Business Review*, 140–158. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/cd5a/6aab5cc62905c0e31cb04aeacf8f25e2a1b6.pdf>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1992). The machine that changed the world. *Business Horizons*, 35(3), 81–82. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(92\)90074-J](https://doi.org/10.1016/0007-6813(92)90074-J)
- Younus, M., Hu, L., Yong, Y., & Yuqing, F. (2009). Realization of Manufacturing Execution System for a Batched Process Manufacturing Industry. *Computer, II*, 1–5.
- Zhao, X. X., & Ning, L. Y. (2009). Study of the lean logistics operating model based on RFID and its application in auto industry. In *Proceedings - 1st International Symposium on Computer Network and Multimedia Technology, CNMT 2009*. <https://doi.org/10.1109/CNMT.2009.5374587>
- Zheng, N., & Lu, X. (2009). Comparative study on push and pull production system based on anylogic. In *Proceedings - 2009 International Conference on Electronic Commerce and Business Intelligence, ECBI 2009* (pp. 455–458). <https://doi.org/10.1109/ECBI.2009.26>

Anexo A: Cronograma do projeto



<div></div>		Plano Estágio (18/09/2018 - 17/05/2019)																																							
		2018																				2019																			
Áreas a desenvolver	Setores	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20						
Integração na fábrica	Recepção MP- Escolha Passagem																																								
	Lavagem-Colmatagem e Expedição																																								
Análise do estado atual	Acompanhamento no gamba do estado atual do processo e da logística interna existente																																								
Recolha e Análise de Dados	Confrontar a realidade existente no gamba com numeros extraídos do cubo / Análise de Dados de produção e movimentação de matéria-prima																																								
Discussão das melhorias a implementar	Levantamentos das melhorias a implementar, discussão das mesmas com operadores, chefes de equipa, responsáveis de produção e direção Industrial.																																								
	Definição das melhorias a ser implementadas na sequência do projeto e calendarização das mesmas																																								
Implementação das melhorias	Implementação das melhorias definidas																																								
	Acompanhamento no gamba para garantir o cumprimento das melhorias implementadas																																								
Medição de resultados alcançados	Depois de implementadas as melhorias será feita uma medição do desempenho alcançado																																								
Conclusões	Levantamento de pequenas otimizações de processo que poderiam ser implementadas, calendarização das melhorias não validadas por restrições a nível da operação/manutenção.																																								
	Conclusões do projeto realizado.																																								

Anexo B: Norma do estado inicial Comboio 1

	NORMA - Circuito Ímpar do Comboio			
Unidade Industrial	Lamas	Setor/Máquina	Comboio 1	

Tarefa	Setor	Carrega	Descarrega	Observações
1	2ª EE/3ª EE	Cestos Plásticos cheios (máx. 2)	2 Cestos vazios (tantos como os que carregou)	No início do turno as carruagens devem encontrar-se cheias de contentores vazios
2	AM I	Cestos Plásticos cheios (máx. 3)	3 Cestos vazios (tantos como os que carregou)	
3	Importações	Nada	Cestos cheios (dos AM I)	Esta paragem é feito se existir alguma carga dos AM I com este destino
4	AM II	Cestos vazios	Cestos cheios	Caso tenha alguma carga destinada aos AM II
5	Armazém EP / Supermercado	Cestos vazios (1 com fita e 4 sem fita)	Cestos plásticos cheios	
6	Lavação	Nada	Cestos cheios	Caso haja alguma carga com este destino
7	AM II	Cestos cheios	Cestos vazios (tantos como os que carregou)	
8	Lavação	Nada	Cestos cheios	Caso haja alguma carga nos AM II
9	Armazém EP / Supermercado	Cestos vazios	Nada	No caso de ter ido à lavação
10	Importações	Cestos cheios	Cestos vazios (tantos como os que carregou)	Caso exista algum cesto para carregar
11	2ª EE/3ª EE	Cestos Plásticos cheios (máx. 2)	2 Cestos vazios (tantos como os que carregou)	
12	AM I	Cestos Plásticos cheios (máx. 3)	3 Cestos plásticos vazios	Deixar as carruagens carregadas junto dos AM I



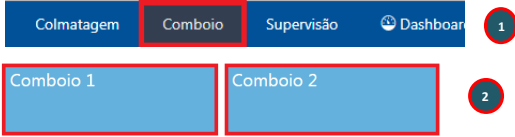

Caso se verifique falta de cestos vazios avisar imediatamente responsáveis de produção

	NORMA - Circuito Par do Comboio			
Unidade Industrial	Lamas	Setor/Máquina	Comboio 1	

Tarefa	Setor	Carrega	Descarrega	Observações
1	Deslenhar	Cestos Metálicos (min. 4)	Nada	Locomotiva sem carruagens
2	Super ROSA	6 Cestos Metálicos	Cestos Metálicos (min. 4)	Trajetória pela rabaneação/ribeira
3	AM I	Carros de sacos de C	6 Cestos Metálicos	
4	Gruta	Carros de sacos para AM II	Nada	
5	Importações	Nada	Carros de sacos de C	
6	AM II	Nada	Carros de sacos da gruta	No caminho de volta carrega carros para abastecer gruta e AM I
7	AM I	Atrair carruagens que já têm cestos cheios	Nada	
8	Importações	Nada	Cestos cheios (dos AM I)	Esta paragem é feita se existir alguma carga dos AM I com este destino
9	AM II	Cestos vazios	Cestos cheios	Caso tenha alguma carga destinada aos AM II
10	Armazém EP / Supermercado	Cestos vazios (1 com fita e 4 sem fita)	Cestos plásticos cheios	
11	Lavação	Nada	Cestos cheios	Caso haja alguma carga com este destino
12	AM II	Cestos cheios	Cestos vazios (tantos como os que carregou)	
13	Lavação	Nada	Cestos cheios	Caso haja alguma carga nos AM II
14	Armazém EP / Supermercado	Cestos vazios	Nada	No caso de ter ido à lavação
15	Importações	Cestos cheios	Cestos vazios (tantos como os que carregou)	Caso exista algum cesto para carregar

Caso se verifique falta de cestos vazios avisar imediatamente responsáveis de produção

Anexo C: Norma para movimentações em MES



<div>  <div>Movimentar um contentor de Rolhas em MES</div>  </div>				
Unidade Industrial	Lamas	Setor/ Máquina	Comboio	
Sequência	Descrição Operação	Fotografia		
1	Para se Movimentar um contentor, abre-se o menu do Comboio (1) e depois escolhe-se o Comboio desejado (2) Comboio > Comboio x			
2	Ler código de barras da etiqueta do contentor (1) a movimentar e de seguida dar entrada no Comboio (2)			
3	1 - Ler novamente código de barras da etiqueta 2 - Ler o código de barras do armazém de destino na folha que acompanha o Comboio			

Anexo D: Norma final do Comboio 1

<div>  NORMA - Circuito do Comboio  </div>				
Unidade Industrial	Lamas	Setor/ Máquina	Comboio Logístico 1	
Tarefa	Setor	Carrega	Descarrega	Observações
1	Deslenhar	Cestos Metálicos	Nada	Locomotiva sem carruagens
2	Super ROSA	4 Cestos Metálicos	Cestos Metálicos	Trajetória pela rabaneação/ribeira
3	AM I	Carros de sacos de C	6 Cestos Metálicos	
4	Gruta	Carros de sacos para AM II	Nada	
5	Importações	Nada	Carros de sacos de C	
6	AM II	Nada	Carros de sacos da gruta	No caminho de volta carrega carros para abastecer gruta e AM I
7	AM I	Cestos Plásticos	Cestos vazios (tantos como os que carregou)	Atrair as carruagens à locomotiva
8	Importações	Nada	Cestos Plásticos cheios	Trajetória feita pela ribeira; No caso de carregar cestos para o setor, nos AM I
9	AM II	Cestos vazios (se houver)	Cestos cheios	Caso tenha carga com este destino
10	Armazém 2ª EE / Supermercado	Cestos vazios (sem fita)	Cestos Plásticos cheios	
11	Lavação	Nada	Cestos Plásticos (min. 3)	Só vai ao setor caso tenha cestos para descarregar
12	Armazém 2ª EE / Supermercado	Cestos Plásticos vazios	Nada	Estes cestos vazios ficam nas carruagens enquanto é feita a rota do Super ROSA
13	AM II	Cestos cheios	Cestos vazios (tantos como os que carregou)	
14	Armazém 2ª EE / Supermercado	Cestos vazios	Cestos cheios	Estas paragens dependem dos produtos carregados nos AM II
15	Lavação	Cestos vazios	Cestos cheios	
Volta à tarefa 1				Deixar carruagens juntos aos AM I
		Frequência necessária:	00:52:07	

Caso se verifique falta de cestos vazios avisar imediatamente responsáveis de produção

Anexo E

	NORMA - Circuito do Comboio			
Unidade Industrial	Lamas	Setor/ Máquina	Comboio Logístico 2	

Tarefa	Setor	Carrega	Descarrega	Observações
1	ROSA Evolution	Cestos vazios	Nada	
2	Lavação 0	5 Cestos cheios	Cestos vazios	
3	ROSA Evolutoin	Cestos vazios	5 Cestos cheios	
4	Lavação -1	Cestos cheios	Cestos vazios	
5	Rosa Evolution	Nada	Cestos cheios	
6	Armazém EP	5 Cestos vazios (1 com fita e 4 sem)	Nada	
7	3ª EE	Paleta	Nada	Largar as carruagens à entrada do pavilhão da escolha e atrelar o porta paletes
8	Monta Cargas	Nada	Paleta	Repetir tarefas 7 e 8 as vezes necessárias para transportar todas as paletes prontas
9	3ª EE	1 Cesto de descaio	1 Cesto vazio	Pegar novamente nas carruagens
10	2ª EE	3 Cestos cheios	3 Cestos vazios	
11	Importações	3 Cestos cheios	3 Cestos vazio	Esta carga só se efetua a cada 3 ciclos feitos, de modo a juntar 3 cestos para irem para a Lavacão
12	Armazém EP	Nada	3 Cestos cheios (vindos da 2ª EE)	
13	Lavação 0	5 Cestos cheios	3 Cestos cheios (vindos das importações)	A descarga é feita no caso de ter carregado cestos nas Importações
Volta à tarefa 3		Frequência necessária:	00:36:41	

Caso se verifique falta de cestos vazios avisar imediatamente responsáveis de produção